

Aus dem Institut für Tierernährung  
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

Direktor: Prof. Dr. M. Wanner

---

Arbeit unter Leitung von Dr. B. Wichert

## **Untersuchungen zum Energiestoffwechsel von trächtigen Katzen**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der  
Vetsuisse-Fakultät  
Universität Zürich

vorgelegt von

**Lucienne Schade**

Tierärztin  
aus Quedlinburg, Deutschland

genehmigt auf Antrag von

Prof. Dr. M. Wanner, Referent  
Prof. Dr. C. Wenk, Korreferent

Zürich 2006

Benjamin und meiner Familie gewidmet



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Ziel der Arbeit</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>Gravidität der Katze</b>	<b>1</b>
1.2.1	Dauer der Gravidität	1
1.2.2	Gewichtsentwicklung der graviden Katze im Vergleich zur Hündin	2
1.2.3	Wurfgrößen und Geburtsgewichte der Katze	6
1.2.4	Chemische Zusammensetzung von neugeborenen Säugetieren	10
<b>1.3</b>	<b>Energiebedarf der Katze</b>	<b>12</b>
1.3.1	Methoden zur Energiebedarfsermittlung	12
1.3.1.1	Ethologische Bedarfsermittlung	12
1.3.1.2	Empirische Bedarfsermittlung	13
1.3.1.3	Messung des Futtermittelsverzehrs bei Gewichtskonstanz	13
1.3.1.4	Indirekte Kalorimetrie	13
1.3.1.5	Regressionsanalysen	14
1.3.1.6	Untersuchungen mit doppelt markiertem Wasser ( $\text{H}_2^{18}\text{O}$ , $^2\text{H}_2\text{O}$ )	14
1.3.2	Erhaltungsbefehl der adulten Katze	14
1.3.2.1	Ethologische Bedarfsermittlung	17
1.3.2.2	Indirekte Kalorimetrie	17
1.3.2.3	Messung des Futtermittelsverzehrs bei Gewichtskonstanz	17
1.3.2.4	Untersuchungen mit doppelt markiertem Wasser ( $\text{H}_2^{18}\text{O}$ , $^2\text{H}_2\text{O}$ )	18
1.3.3	Energiebedarf der Katze während der Gravidität	19
<b>2.</b>	<b>TIERE, MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>21</b>
<b>2.1</b>	<b>Versuchstiere</b>	<b>21</b>
<b>2.2</b>	<b>Versuchsanordnung</b>	<b>21</b>
2.2.1	Adaptationsphase	22
2.2.2	Messphasen	22
<b>2.3</b>	<b>Material</b>	<b>23</b>
2.3.1	Katzentoilette	23

2.3.2	Raumeinteilung	25
<b>2.4</b>	<b>Fütterung</b>	<b>25</b>
2.4.1	Futter	25
2.4.2	Futterraufnahme	26
<b>2.5</b>	<b>Körpergewicht</b>	<b>26</b>
<b>2.6</b>	<b>Probenentnahmen und Probenvorbereitung</b>	<b>26</b>
2.6.1	Kot	26
2.6.2	Harn	27
2.6.3	Futter	27
<b>2.7</b>	<b>Analysen</b>	<b>27</b>
2.7.1	Weender Analyse	27
2.7.2	HCl - unlösliche Asche	29
2.7.3	Bruttoenergie (BE)	29
2.7.4	Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt	29
<b>2.8</b>	<b>Auswertung</b>	<b>30</b>
2.8.1	N-Bilanz	30
2.8.2	C-Bilanz	31
2.8.3	Energiebilanz	31
2.8.4	Umsetzbare Energie und Umsetzbarkeit der Energie	32
2.8.5	Erhaltungsbedarf	32
2.8.6	Energetischer Gesamtwirkungsgrad	33
2.8.7	Proteinansatz	33
2.8.8	Fettansatz	33
2.8.9	Verdaulichkeit	34
<b>2.9</b>	<b>Statistische Auswertung</b>	<b>35</b>
<b>3.</b>	<b>RESULTATE</b>	<b>36</b>
<b>3.1</b>	<b>Allgemeinbefinden und Verhalten der Tiere</b>	<b>36</b>
<b>TEIL A : ADULTE KATZEN</b>		<b>36</b>
<b>3.2</b>	<b>Körpermasse</b>	<b>36</b>
<b>3.3</b>	<b>Futtermverzehr und Akzeptanz</b>	<b>36</b>
<b>3.4</b>	<b>Harn- und Kotabsatz und -menge</b>	<b>37</b>
<b>3.5</b>	<b>Scheinbare Verdaulichkeit</b>	<b>37</b>

<b>3.6</b>	<b>Gaswechseldaten</b>	<b>38</b>
<b>3.7</b>	<b>Bilanzen</b>	<b>38</b>
3.7.1	N-Bilanz	38
3.7.2	C-Bilanz	38
3.7.3	Energiebilanz	39
3.7.4	Umsetzbare Energie und Umsetzbarkeit der Energie	40
3.7.5	Erhaltungsbedarf an Energie	40
3.7.6	Energetischer Gesamtwirkungsgrad	42
3.7.7	Protein- und Fettansatz	42
<b>TEIL B : TRÄCHTIGE KATZEN</b>		<b>43</b>
<b>3.8</b>	<b>Körpermasse</b>	<b>43</b>
3.8.1	Gewichtsentwicklung während der gesamten Gravidität	43
3.8.2	Gewichtsentwicklung während der Messphasen	44
<b>3.9</b>	<b>Futtermverzehr und Akzeptanz</b>	<b>45</b>
<b>3.10</b>	<b>Harn- und Kotabsatz und –menge</b>	<b>46</b>
<b>3.11</b>	<b>Scheinbare Verdaulichkeit</b>	<b>46</b>
<b>3.12</b>	<b>Gaswechseldaten</b>	<b>47</b>
<b>3.13</b>	<b>Bilanzen</b>	<b>47</b>
3.13.1	N-Bilanz	48
3.13.2	C-Bilanz	48
3.13.3	Energiebilanz	49
3.13.4	Umsetzbare Energie und Umsetzbarkeit der Energie	50
3.13.5	Energetischer Gesamtwirkungsgrad	50
3.13.6	Protein- und Fettansatz	51
<b>3.14</b>	<b>Graviditätsdauer, Wurfgrösse und Geburtsgewichte</b>	<b>52</b>
3.14.1	Graviditätsdauer	52
3.14.2	Wurfgrösse und Geburtsgewichte	52
<b>4.</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>53</b>
<b>4.1</b>	<b>Kritik der Methoden</b>	<b>53</b>
4.1.1	Versuchstiere	53
4.1.2	Material und Methoden	53

4.1.2.1	Respirationsanlage	53
4.1.2.2	Katzentoilette	54
4.1.2.3	Fütterung	55
<b>4.2</b>	<b>Körpermasse</b>	<b>55</b>
4.2.1	Gewichtsentwicklung während der gesamten Gravidität	55
4.2.2	Gewichtsentwicklung während der Messphasen	58
<b>4.3</b>	<b>Futter</b>	<b>59</b>
<b>4.4</b>	<b>Scheinbare Verdaulichkeit</b>	<b>60</b>
<b>4.5</b>	<b>Gaswechseldaten</b>	<b>61</b>
<b>4.6</b>	<b>Bilanzen</b>	<b>62</b>
4.6.1	Stickstoffbilanz	62
4.6.2	Kohlenstoffbilanz	62
4.6.3	Energiebilanz	63
4.6.4	Umsetzbare Energie und Umsetzbarkeit der Energie	63
4.6.5	Erhaltungsbedarf an Energie und Vergleich mit der Aufnahme an UE während der Gravidität	64
4.6.6	Protein- und Fettansatz	69
4.6.7	Energetischer Gesamtwirkungsgrad	71
<b>4.7</b>	<b>Graviditätsdauer</b>	<b>72</b>
<b>4.8</b>	<b>Geburtsmassen der Welpen</b>	<b>72</b>
<b>4.9</b>	<b>Wurfgrösse</b>	<b>73</b>
<b>4.10</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>74</b>
<b>5.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>77</b>
<b>6.</b>	<b>TABELLENANHANG</b>	<b>89</b>
<b>7.</b>	<b>DANKSAGUNG</b>	<b>94</b>

## Verzeichnis der Abkürzungen

<b>BE</b>	Bruttoenergie	<b>N</b>	Stickstoff
<b>C</b>	Kohlenstoff	<b>NfE</b>	Stickstoff-freie-Extraktstoffe
<b>kcal</b>	Kilokalorie (1 kcal = 4.184 kJ)	<b>O<sub>2</sub></b>	Sauerstoff
<b>CH<sub>4</sub></b>	Methan	<b>OGT</b>	Obere kritische Grenztemperatur
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlendioxid	<b>Q</b>	Wärmeproduktion
<b>d</b>	Tag	<b>R<sup>2</sup></b>	Bestimmtheitsmass
<b>E</b>	Energie	<b>Ra</b>	Rohasche
<b>E<sub>ret</sub></b>	retinierte Energie	<b>REf</b>	retinierte Energie in Form von Fett
<b>E<sub>ret</sub> CN</b>	retinierte Energie nach der CN-Methode	<b>REp</b>	retinierte Energie in Form von Protein
<b>E<sub>ret</sub> RQ</b>	retinierte Energie nach der RQ-Methode	<b>Rfa</b>	Rohfaser
<b>ETHZ</b>	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich	<b>Rfe</b>	Rohfett
<b>g</b>	Gramm	<b>Rp</b>	Rohprotein
<b>HCL</b>	Salzsäure	<b>RQ</b>	Respiratorischer Quotient
<b>k</b>	energetischer Gesamtwirkungsgrad	<b>SD</b>	Standardabweichung
<b>k(N)</b>	Stickstoffverwertung	<b>sV</b>	scheinbare Verdaulichkeit
<b>kg</b>	Kilogramm	<b>TF</b>	Trockenfutter
<b>kJ</b>	Kilojoule	<b>TS</b>	Trockensubstanzgehalt
<b>L</b>	Liter	<b>u(E)</b>	Umsetzbarkeit der Energie
<b>LM</b>	Lebendmasse	<b>UE</b>	umsetzbare Energie
<b>m</b>	männliches Tier	<b>uS</b>	ursprüngliche Substanz
<b>mg</b>	Milligramm	<b>V</b>	Volumen
<b>MW</b>	Mittelwert	<b>VE</b>	verdauliche Energie
<b>n</b>	Anzahl	<b>w</b>	weibliches Tier

## **Zusammenfassung**

In der vorliegenden Arbeit wurden Daten zum Energiestoffwechsel von trächtigen Katzen mit Hilfe einer Respirationsanlage erhoben und diese mit dem Bedarf adulter Katzen im Erhaltungsstoffwechsel verglichen.

Als Versuchstiere dienten elf weibliche adulte Katzen mit einer Lebendmasse von  $3.0 \pm 0.3$  kg. Das durchschnittliche Alter betrug  $1.3 \pm 0.3$  Jahre. Der Versuch bestand aus drei fünftägigen Gesamtstoffwechsellmessungen; Adult und während der 4. und während der 7. Graviditätswoche (GW). Über alle Messphasen wurde ein handelsübliches Trockenfutter ad libitum angeboten. Harn und Kot wurden komplett gesammelt.

Die Auswertung der Daten erfolgte auf Grundlage der Stickstoff-, Kohlenstoff- und Energiebilanzen. Der energetische Erhaltungsbedarf wurde regressionsanalytisch bestimmt.

Bei einer mittleren Trächtigkeitsdauer von 65 Tagen nahmen die Katzen von der Belegung an kontinuierlich 50 % ihres Ausgangsgewichtes zu. Zwischen Gesamtzunahme während der Gravidität und der Welpenanzahl bzw. dem Wurfgewicht bestand kein Zusammenhang. Das gleiche gilt für die Energieaufnahme. Der Gewichtsverlust durch die Geburt betrug 12 % der Lebendmasse bzw. 36 % der Gesamtzunahme.

Der Erhaltungsbedarf adulter Katzen betrug 238 kJ UE/kg LM/d. Im Vergleich zum Bedarf der adulten, nicht trächtigen Katzen von  $704.3 \pm 81.5$  kJ UE/d nahmen die Katzen in der 4. GW mit  $1204.9 \pm 177.1$  kJ UE/d das ca. 1.8-Fache, in der 7. GW mit  $1437.4 \pm 256.7$  kJ UE/d in etwa das Doppelte an umsetzbarer Energie auf.



## Summary

In the present study data regarding energy metabolism of pregnant cats were collected by means of a respiration chamber. Furthermore, these data were compared to the energy requirement of adult cats.

Eleven female adult cats with a mean body weight of  $3.0 \pm 0.3$  kg were used as test animals. The average age was  $1.3 \pm 0.3$  years. The experiment was separated into 3 metabolism studies, each for 5 days: adult and week 4 and week 7 of pregnancy. The daily diet consisted of commercial dry food ad libitum. Total daily amount of urine and faeces were collected.

The data were evaluated based on nitrogen, carbon and energy balances. Energy requirement was determined by regression analysis.

From mating, the cats continuously gained 50 % of their initial weight during a mean pregnancy duration of 65 days. No correlation could be observed between total weight gain during pregnancy and number of kitten or litter weight. The same applies for energy intake. Weight loss after parturition was 12 % of the body weight (BW) and 36 % of the total weight gain, respectively.

The energy requirement of adult cats was 238 kJ ME/kg BW/d. Compared to the requirements of the adult non-pregnant cats ( $704.3 \pm 81.5$  kJ ME/d), energy intake of pregnant cats was 1.8 times as much in week four of pregnancy ( $1204.9 \pm 177.1$  kJ ME/d) and twice as much in pregnancy week seven ( $1437.4 \pm 256.7$  kJ ME/d).

# **1. Einleitung**

**Vorbemerkung:** Physikalisch korrekt wäre es, nicht von Gewicht sondern von Masse zu sprechen. Dies führt zu Begriffen wie Massenentwicklung (= Gewichtsentwicklung), Wurfmasse (= Wurfgewicht), Körpermasse (= Körpergewicht) usw., die in der Veterinärmedizin noch kaum geläufig sind. Darum werden in dieser Arbeit die Begriffe Masse und Gewicht als Synonyme verwendet.

## **1.1 Ziel der Arbeit**

Während man in der Literatur sehr unterschiedliche Aussagen über den energetischen Erhaltungsbedarf von adulten Katzen findet, wurde bislang nur sehr wenig über den Leistungsstoffwechsel der trächtigen Katze veröffentlicht. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es deshalb, Daten zum Energiestoffwechsel von graviden Katzen mit Hilfe der indirekten Kalorimetrie zu erheben und diese mit dem Bedarf adulter Katzen im Erhaltungsstoffwechsel zu vergleichen.

## **1.2 Gravidität der Katze**

### **1.2.1 Dauer der Gravidität**

Die in der Literatur zu findenden Angaben über die Trächtigkeitsdauer variieren nur sehr wenig (Tab. 1). In den häufigsten Fällen gebären Mutterkatzen um den 65. Graviditätstag (DICKINSON und SCOTT, 1956; NELSON et al., 1969; FESTING und BLEBY, 1970; NELSON und COOPER, 1975; LEWIS et al., 1990). Dagegen liegen die Angaben von LINK (1937) und AMOROSO (1952) mit einer Graviditätsdauer von durchschnittlich 60 Tagen deutlich unter, die Angaben von LAMOTTE und SHORT (1966) mit 66.5 Tagen wenig über dem oben genannten Wert. Grössere Katzen haben oft eine Trächtigkeitsdauer von nahezu 70 Tagen (PRESCOTT, 1973).

**Tabelle 1:** Graviditätsdauer nach Angaben verschiedener Autoren

<b>Autor</b>	<b>Graviditätsdauer in Tagen</b>
LINK (1937)	60
DAWSON (1941)	56 - 63
AMOROSO (1952)	60
DICKINSON und SCOTT (1956)	65
LAMOTTE und SHORT (1966)	66.5
BERKSON (1967)	66 (60 - 70)
SCOTT (1967)	65 (58 - 71)
NELSON et al. (1969)	65 (62 - 68)
FESTING und BLEBY (1970)	63 - 66
PRESCOTT (1973)	58 - 69
NELSON und COOPER (1975)	65
LEWIS et al. (1990)	63 - 65

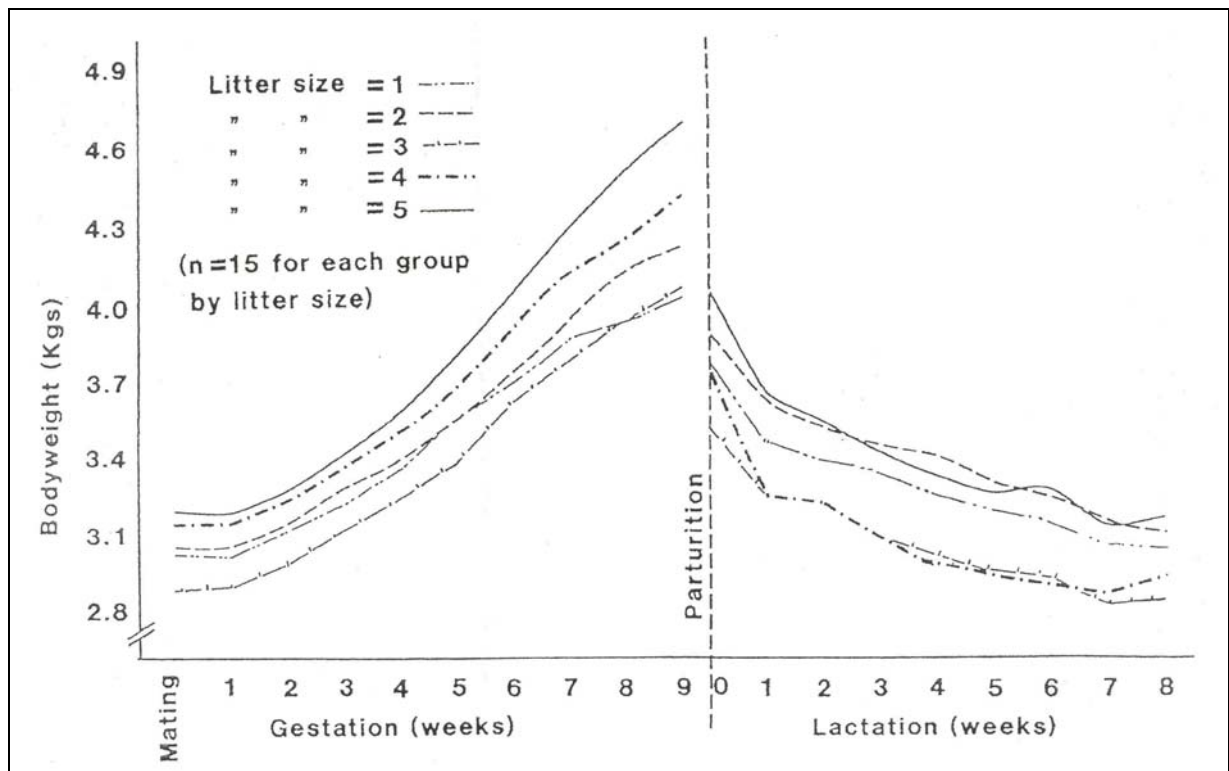
### 1.2.2 Gewichtsentwicklung der graviden Katze im Vergleich zur Hündin

Gesundheit, Geschlechtsreife (10 - 12 Monate) und ein ideales Körpergewicht sind wichtige Voraussetzungen für die Zucht von Katzen. Es empfiehlt sich mindestens einen Oestrus vergehen zu lassen, bevor die Katzen gedeckt werden (LEWIS et al., 1990).

Im Gegensatz zu Hündinnen nehmen weibliche Katzen vom Deckzeitpunkt bis zur Geburt gleichmässig an Gewicht zu (LOVERIDGE, 1986; LEWIS et al., 1990). HOLME (1982) beschrieb bei der Hündin erst im letzten Drittel der Gravidität eine verstärkte Gewichtszunahme, da es insbesondere in den letzten zwei Trächtigkeitswochen zu einem verstärkten Wachstum der Feten, des Uterusgewebes und zu einer beträchtlichen Entwicklung des Gesäuges käme. Auch KRONFELD (1982) und LEWIS et al. (1990) gaben an, dass Hündinnen ihr Gewicht in den ersten sechs Wochen kaum steigern, während Katzen bereits nach ein bis zwei Wochen an Gewicht zunehmen. Die schon zu Beginn der Gravidität beobachtete Gewichtszunahme bei der Katze ist anscheinend durch eine Zunahme des Körperfettes bedingt, welches insbesondere bei grossen Würfen notwendig ist, um zusätzliche Energie zur Milchproduktion bereitzustellen. Ohne dieses Fettdepot und eine adäquate Ernährung der trächtigen Katze kann eine ungenügende Milchproduktion die Folge sein (LEWIS et al., 1990). Auch LOVERIDGE (1986) gab an, dass die Katze versucht, Reserven während der Trächtigkeit anzuhäufen, da der Energiebedarf der laktierenden Katze höher ist, als sie über die Futteraufnahme decken kann. LOVERIDGE (1986) sammelte fünf Jahre lang Daten von insgesamt 160 Katzen und stellte über die gesamte Gravidität eine Gewichterhöhung von 40 % fest. Das durchschnittliche Körpergewicht beim Decken betrug 3030 g; kurz vor der Geburt wogen die Katzen im Durchschnitt 4319 g. Dabei variierten die

Gewichtszunahmen entsprechend der unterschiedlichen Wurfgrößen (Abb. 1). Für jeden zusätzlichen Welpen erhöhte sich die Zunahme des Muttertieres um durchschnittlich 121 g. Die Gewichtszunahmen entsprechend der Anzahl der Welpen von 75 Katzen im Verlauf der Gravidität zeigt Tabelle 2. KRONFELD (1982) beobachtete im Gegensatz zu LOVERIDGE (1986) eine Gewichtszunahme vom Deckzeitpunkt bis kurz vor der Geburt von lediglich 25 %. LOVERIDGE und RIVERS (1989) stellten die Gewichtszunahme von der Paarung bis zur Geburt als lineare Funktion der Wurfgröße mit folgender Regressionsgleichung dar:

$$\text{Gewichtszunahme (g)} = 888.9 + 106.5 * n \quad (n = \text{Anzahl der Welpen pro Wurf})$$



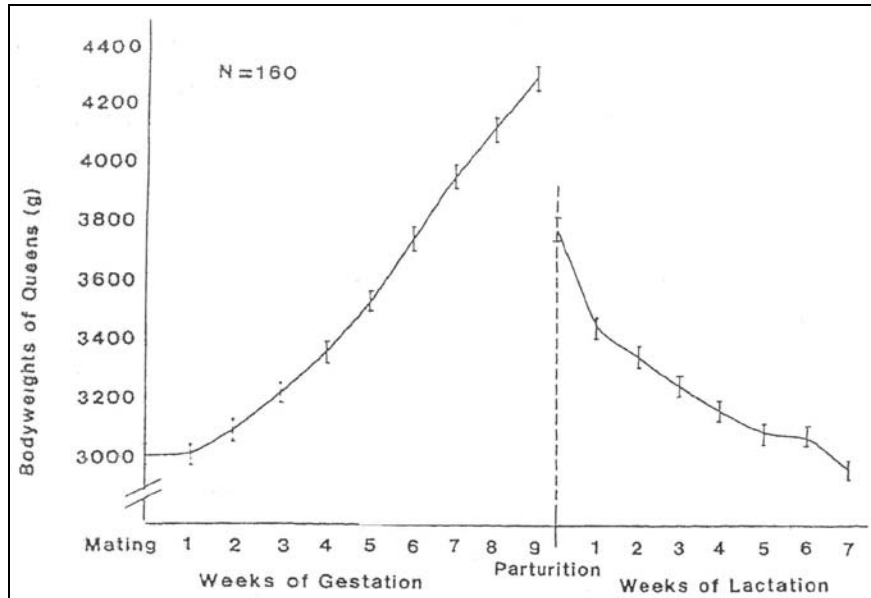
**Abbildung 1:** Veränderungen des Körpergewichtes von Katzen während der Gravidität und Laktation in Abhängigkeit von der Wurfgröße (LOVERIDGE, 1986)

LAWLER (1986) beobachtete einen nicht linearen Verlauf der Gewichtszunahme während der gesamten Trächtigkeitsdauer der Katze. Er stellte bei vielen Katzen um die dritte Graviditätswoche eine kurze Appetitlosigkeit von 3 - 10 Tagen fest, während der es teilweise zu einem geringen, vorübergehenden Gewichtsabfall kam. Von der vierten bis zur sechsten Trächtigkeitswoche beschrieb er einen gleichmässigen Anstieg des Körpergewichtes, danach folgte eine deutlichere Gewichtszunahme. Die verstärkte Zunahme der graviden Katzen in den letzten drei Wochen der Trächtigkeit erklärte er mit den schneller wachsenden Föten, der Entwicklung des Plazentagewebes, der Uterusflüssigkeit und der Milchleiten des Muttertieres.

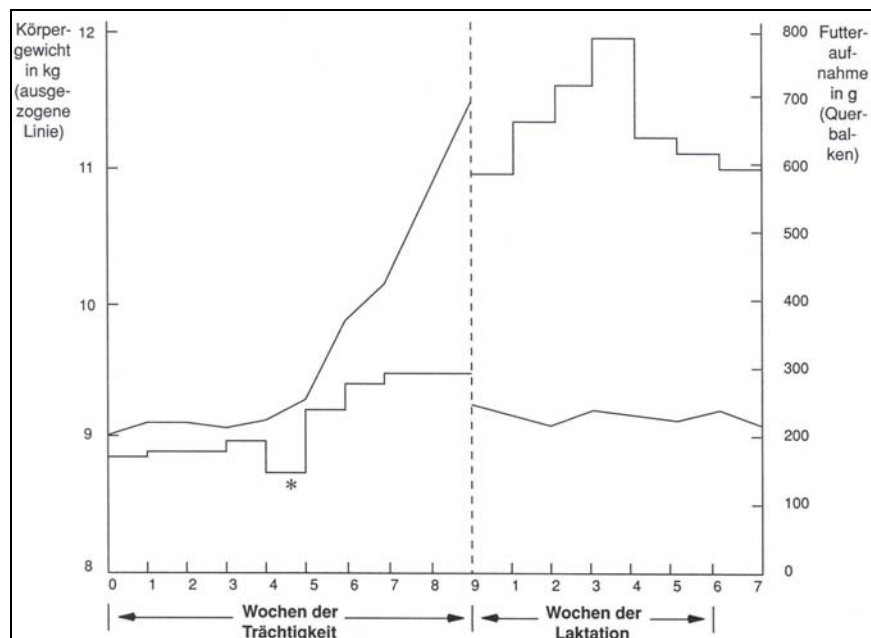
**Tabelle 2:** Körpergewicht (Mittelwert (MW)  $\pm$  Standardabweichung (SD)) von Katzen während der Gravidität (LOVERIDGE, 1986) und berechnete Zunahmen der Katzen von der Belegung bis zur jeweiligen Graviditätswoche (unter Vernachlässigung der SD)

Wurfgrösse	Durchschnittliches Körpergewicht der trächtigen Katze in g (n = 15 für jede Wurfgrösse)									
	Graviditätswoche									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3052 $\pm$ 145	3043 $\pm$ 141	3147 $\pm$ 147	3257 $\pm$ 148	3390 $\pm$ 144	3577 $\pm$ 148	3719 $\pm$ 159	3889 $\pm$ 164	3957 $\pm$ 158	4041 $\pm$ 172
2	3087 $\pm$ 132	3074 $\pm$ 121	3171 $\pm$ 121	3315 $\pm$ 114	3409 $\pm$ 124	3571 $\pm$ 121	3758 $\pm$ 138	3969 $\pm$ 139	4147 $\pm$ 136	4244 $\pm$ 126
3	2911 $\pm$ 114	2917 $\pm$ 118	3009 $\pm$ 121	3140 $\pm$ 119	3261 $\pm$ 122	3405 $\pm$ 111	3642 $\pm$ 117	3807 $\pm$ 109	3955 $\pm$ 118	4081 $\pm$ 120
4	3177 $\pm$ 141	3170 $\pm$ 135	3267 $\pm$ 132	3402 $\pm$ 132	3532 $\pm$ 136	3697 $\pm$ 138	3945 $\pm$ 144	4150 $\pm$ 142	4259 $\pm$ 158	4429 $\pm$ 157
5	3225 $\pm$ 93	3208 $\pm$ 91	3298 $\pm$ 92	3441 $\pm$ 96	3593 $\pm$ 107	3823 $\pm$ 106	4064 $\pm$ 121	4317 $\pm$ 123	4524 $\pm$ 126	4699 $\pm$ 133
	Berechnete Zunahmen der Katzen von der Belegung bis zur jeweiligen Graviditätswoche in g									
1	-	-9	95	205	338	525	667	837	905	989
2	-	-13	84	228	322	484	617	882	1060	1157
3	-	6	98	229	350	494	731	896	1044	1170
4	-	-7	90	225	355	520	768	973	1082	1252
5	-	-17	73	216	368	598	839	1092	1299	1474

Durch die Geburt verlieren die Muttertiere 40 % der Gewichtszunahme (Abb. 2), die restlichen 60 % gehen während der Laktation verloren (LOVERIDGE, 1986). Auch dies stellt sich beim Hund anders dar. Wie Abbildung 3 zeigt, erreichen Hündinnen sofort nach der Geburt ihr ursprüngliches Gewicht wie bei der Belegung (HOLME, 1982; LEWIS et al., 1990).



**Abbildung 2:** Durchschnittliches Körpergewicht von Katzen während der Gravidität und Laktation (LOVERIDGE, 1986)



**Abbildung 3:** Körpergewicht und Futteraufnahme von Beagle-Hündinnen während der Gravidität und Laktation (LEWIS et al., 1990)

### 1.2.3 Wurfgrößen und Geburtsgewichte der Katze

Zum Ende des 19. Jahrhunderts wurden erste Angaben zu den Geburtsgewichten von Katzenwelpen gemacht (BUNGE, 1874; PRÖSCHER, 1897; ABDERHALDEN, 1898). Bei den Untersuchungen von BUNGE (1874) und PRÖSCHER (1897) beschränkte sich die Anzahl der untersuchten Welpen auf jeweils ein Tier, so dass keine umfassenden Angaben zu durchschnittlichen Welpengewichten möglich waren.

Im 20. Jahrhundert wurden ausführliche Daten über die Geburtsgewichte und die Wurfgrößen vorgelegt. Dabei untersuchten POTTENGER und SIMONSEN (1939) bereits den Einfluss der Ernährung des Muttertieres auf das Geburtsgewicht. Die Ergebnisse sämtlicher Autoren sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Bei FESTING und BLEBY (1970) wiesen die Welpengewichte Schwankungen von 69 g bis 150 g auf. Die Literaturrecherche von SIEWERT (2003) ergab in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts ein durchschnittliches Geburtsgewicht von 107.2 g pro Katzenwelpen ( $n = 262$ ), während sie in den darauffolgenden 25 Jahren ein durchschnittliches Welpengewicht von 100.9 g ( $n = 3811$ ) ermittelte. Das Geburtsgewicht war von verschiedenen Faktoren abhängig, auf die im Folgenden genauer eingegangen wird.

In den Untersuchungen von HALL und PIERCE (1934) zeigte sich, dass kleinere Mütter bei geringerer Wurfgrösse dazu tendieren schwerere Welpen zu gebären. Sie ermittelten ein durchschnittliches Geburtsgewicht von  $110 \pm 1.6$  g bei kleinen und  $102.5 \pm 0.4$  g bei grossen Muttertieren. Im Gegensatz dazu beschrieb LOVERIDGE (1987) keine Abhängigkeit des Geburtsgewichtes eines Katzenwelpen von der Körpermasse der Mutter.

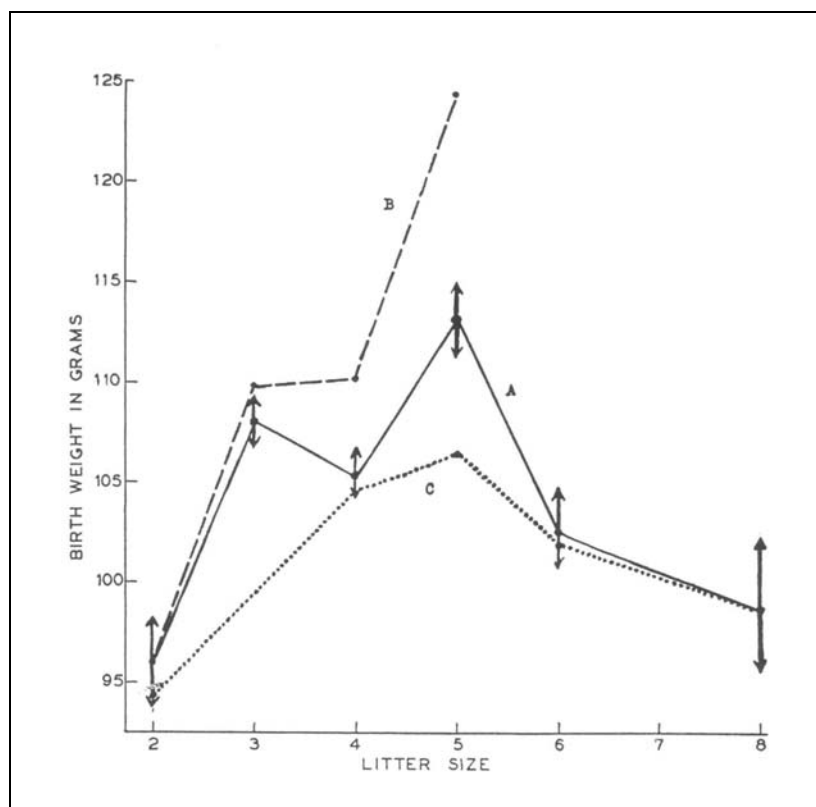
Neben der Masse des Muttertieres als eventueller Einflussfaktor auf das Geburtsgewicht spielt auch die Ernährung eine entscheidende Rolle. Nicht bedarfsgerechte Ernährung führt zu einer verminderten Entwicklung der Welpen. So beobachteten POTTENGER und SIMONSON (1939) in einer dreijährigen Studie an Zuchtkatzen ein mittleres Geburtsgewicht von 119 g pro Welpen bei Fütterung der Muttertiere mit rohem Fleisch, Milchpulver und Lebertran (Vitamin A und D). Wurde das rohe Fleisch durch gekochtes ersetzt, nahm das durchschnittliche Welpengewicht auf 100 g ab.

**Tabelle 3:** Geburtsgewichte von Katzenwelpen und Wurfgrößen (w = weiblich; m = männlich) - keine Angaben

Autor	Anzahl der Welpen (n)	Geburtsgewicht/ Welpen (g)			Durchschnittliche Wurfgrösse
		keine Geschlechtsangaben	w	m	
BUNGE (1874)	1	87	-	-	-
PRÖSCHER (1897)	1	95 (Rasse: Angora)	-	-	-
ABDERHALDEN (1898)	26	118 (109 - 127)	-	-	4.3
THOMAS (1911)	6	107	-	-	-
LATIMER und IBSEN (1932)	6 w 6 m	-	104 (97 - 120)	98 (83 - 107)	-
HALL und PIERCE (1934)	128	106 (70 - 144)	-	-	3.88
LINK (1937)	30	102 (73 - 160)	-	-	-
POTTENGER und SIMONSEN (1939)	63 47	119 (rohes Fleisch) 100 (gekochtes Fleisch)	-	-	-
AMOROSO (1952)	-	-	-	-	3.68 ± 0.10
DICKINSON und SCOTT (1956)	33 w 48 m	-	112 (85 - 145)	114 (98 - 145)	-
	727 (180 Würfe)	-	-	-	3.3 (1951) - 4.4 (1952)
LAMOTTE und SHORT (1966)	3060	100	-	-	3.19
BERKSON (1967)	71	116 (82 - 149)	-	-	-
SCOTT (1967)	150 Würfe	-	-	-	4.03
JACKSON (1968)	-	90 - 140	-	-	-
NELSON et al. (1969)	662	99.2	-	-	3.7
FESTING und BLEBY (1970)	87	109 (69 - 150) (erster Wurf)	-	-	erster Wurf: 2.8 zweiter Wurf: 4.3 dritter Wurf: 4.0
ROSENSTEIN und BERMANN (1973)	500	-	97 ± 15	103 ± 19	-
NELSON und COOPER (1975)	-	97.1	-	-	-
LOVERIDGE (1987)	37 w; 19 m	-	111	114	-
	50 w; 50 m	-	111	117	-
EDTSTADTLER-PIETSCH (2003)	51	-	113	113.8	-
SIEWERT (2003)	-	107.2 bzw. 100.9	-	-	-



Auch die Wurfgrößen wiesen bei den verschiedenen Autoren beträchtliche Schwankungen auf. LAMOTTE und SHORT (1966) gaben eine durchschnittliche Welpenzahl von 3.2 pro Wurf an, während DICKINSON und SCOTT (1956) in ihrer mehrjährigen Studie eine Wurfgrösse von 4.4 beschrieben. FESTING und BLEBY (1970) ermittelten eine Abhängigkeit der Wurfgrösse von der Nummer des Wurfs. So wurden durchschnittlich 2.8 Jungtiere im ersten, 4.3 im zweiten und 4.0 im dritten Wurf geboren. Der Unterschied zwischen dem ersten und zweiten Wurf war hochsignifikant, der zwischen dem zweiten und dritten jedoch nicht. Des weiteren beschrieben HALL und PIERCE (1934), dass die Grösse des Muttertieres die Wurfgrösse mitbestimmt. Schwerere Katzen tendieren dazu, mit einer durchschnittlichen Wurfgrösse von  $5.0 \pm 0.4$  eine grössere Anzahl Welpen pro Wurf zu gebären als leichtere Muttertiere mit  $3.1 \pm 0.2$ . Der beobachtete Zusammenhang zwischen der Masse des Muttertieres, dem Geburtsgewicht der Katzenwelpen und der durchschnittlichen Welpenzahl pro Wurf ist in Abbildung 4 dargestellt.



A: ø Geburtsgewichte von 128 Welpen

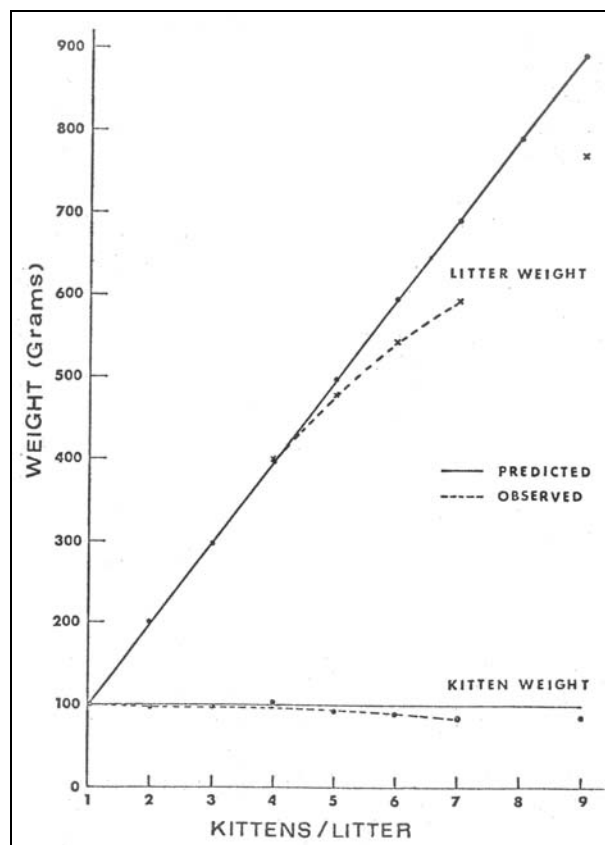
B: ø Geburtsgewichte von 39 Welpen, deren Mütter zwischen 2.38 und 3.45 kg wogen

C: ø Geburtsgewichte von 48 Welpen, deren Mütter zwischen 3.54 und 6.00 kg wogen

↔ Standardabweichung des Mittelwertes

**Abbildung 4:** Beziehung zwischen durchschnittlichem Geburtsgewicht von Katzenwelpen und der Wurfgrösse in Abhängigkeit von der Masse des Muttertieres (HALL und PIERCE, 1934)

In Bezug auf einen Zusammenhang zwischen Wurfgrösse und Geburtsgewicht werden in der Literatur kontroverse Angaben gemacht. Während FESTING und BLEBY (1970) keine Beziehung zwischen Wurfgrösse und Geburtsgewicht feststellen konnten, ergaben die Untersuchungen von HALL und PIERCE (1934), dass das Geburtsgewicht von Katzenwelpen aus einem Wurf mit fünf Welpen mit durchschnittlich 113.2 g pro Welpen im Vergleich zu anderen Wurfgrössen signifikant am höchsten war. Im Gegensatz dazu beschrieben NELSON et al. (1969), dass die durchschnittlichen Geburtsgewichte bis zu einer Wurfgrösse von vier Welpen kaum Unterschiede aufwiesen, bei grösseren Würfen die Geburtsgewichte für jeden zusätzlichen Welpen jedoch um 5 % abnahmen (Abb. 5). Auch bei Meerschweinchen und Ratten wurden kleinere Welpen bei grösseren Würfen beobachtet (MINOT, 1891; IBSEN, 1928; GONZALEZ, 1932). MINOT (1891) versuchte dies mit einer früheren Geburt bei Würfen mit einer höheren Welpenzahl und einer damit verbundenen kürzeren Wachstumszeit zu erklären.



**Abbildung 5:** Erwartete und beobachtete Gewichte verschiedener Wurfgrössen und neugeborener Welpen (NELSON et al., 1969)

Auch über den Einfluss des Geschlechtes des Welpen auf das Geburtsgewicht sind sich die Autoren nicht einig. So beschrieben DICKINSON und SCOTT (1956), dass männliche Welpen mit einem Geburtsgewicht von  $114 \pm 1.9$  g tendenziell etwas schwerer waren als weibliche mit  $112 \pm 2.6$  g. Die Beobachtungen von LATIMER und IBSEN (1932) zeigten mit einem durchschnittlichen Geburtsgewicht der weiblichen Katzenwelpen von 103.9 g und einem Gewicht der männlichen Tiere von 97.8 g genau das Gegenteil. ROSENSTEIN und BERMAN (1973), FESTING und BLEBY (1970), ZOTTMANN (1997) und EDTSTADTLER-PIETSCH (2003) beobachteten, dass das Geschlecht keinen Einfluss auf das Geburtsgewicht hatte. Auch LOVERIDGE (1987) konnte mit einem mittleren Geburtsgewicht männlicher Welpen von  $116.8 \pm 2.5$  g und weiblicher von  $110.9 \pm 2.3$  g keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern herausarbeiten.

#### 1.2.4 Chemische Zusammensetzung von neugeborenen Säugetieren

Zur chemischen Zusammensetzung von neugeborenen Katzenwelpen liegen nur sehr wenige Angaben vor. Untersuchungen am Anfang des 20. Jahrhunderts ergaben, dass Katzen nur mit sehr geringen Fettreserven geboren werden. THOMAS (1911) interpretierte dies dahingehend, dass neugeborene Katzenwelpen, aber auch Hundewelpen, nicht echt homoiotherm seien. Erst später könne das Körperfett seine isolierende Funktion übernehmen. Angaben zur chemischen Zusammensetzung von neugeborenen Katzenwelpen sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

**Tabelle 4:** Chemische Zusammensetzung des neugeborenen Katzenkörpers  
(Angaben in g/100 g ursprüngliche Substanz)

Autor	Alter	n	TS-Gehalt	Rohprotein	Rohfett	Rohasche
GLIKIN (1907)	Geburt	1	18	-	2.75	-
THOMAS (1911)	Geburt	2	19.6	13.7	1.65	2.51
SPRAY und WIDDOWSON (1950)	Geburt	5	19	15.0	2.9	-
WIDDOWSON (1950)	Geburt	5	19.3	14.9	1.8	-
KIENZLE (1991)	< 1 Woche	16	21	14	3.6	-

- keine Angaben

Beim Vergleich neugeborener Säugetiere miteinander fällt auf, dass der am stärksten schwankende Anteil in der chemischen Zusammensetzung das Fett ist. Mäuse, Ratten, Kaninchen, Katzen, Hunde und Schweine bestehen zum Zeitpunkt der Geburt nur aus 1 - 2 % Fett, während der Anteil bei Meerschweinchen ungefähr 10 % beträgt (THOMAS, 1911; WIDDOWSON, 1950). Tiere, die mit einem hohen Fettanteil geboren werden, können bereits zur Geburt ihre Körpertemperatur regulieren (THOMAS, 1911).

Die Ergebnisse der Untersuchungen von GLINKIN (1907), THOMAS (1911) und WIDDOWSON (1950) an sieben neugeborenen Tierarten sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Beim Vergleich der Katze mit dem Hund sind die Gehalte an Rohnährstoffen sehr ähnlich (Trockensubstanzgehalt (TS) ca. 19.5 %, Rohprotein (Rp) ca. 14 %, Rohfett (Rfe) ca. 1.5 % und Rohasche (Ra) ca. 2.4 %). Der Proteingehalt der Katze ist insbesondere mit dem des Meerschweinchens vergleichbar. Im Gegensatz dazu ist jedoch der Fettanteil wie beschrieben beim Meerschweinchen zum Zeitpunkt der Geburt fast acht mal höher als bei der Katze.

**Tabelle 5:** Chemische Zusammensetzung von neugeborenen Säugetieren  
(Angaben in g/100 g ursprüngliche Substanz)

	<b>Autor</b>	<b>Katze</b>	<b>Hund</b>	<b>Schwein</b>	<b>Kaninc hen</b>	<b>Ratte</b>	<b>Meersc hwein</b>	<b>Maus</b>
<b>TS</b>	GLIKIN (1907)	18.0	-	-	10.0	-	33.0	-
	THOMAS (1911)	19.6	19.9	-	-	-	-	-
	WIDDOWSON (1950)	19.3	-	15.9	15.4	14	29.1	16.7
<b>Rp</b>	THOMAS (1911)	13.7	14.5	-	-	-	-	-
	WIDDOWSON (1950)	14.9	-	11.3	11.1	10.8	14.9	12.5
<b>Rfe</b>	GLIKIN (1907)	2.75	-	-	1.87	-	7.12	-
	THOMAS (1911)	1.65	1.37	-	-	-	-	-
	WIDDOWSON (1950)	1.8	-	1.1	2.0	1.1	10.1	2.1
<b>Ra</b>	THOMAS (1911)	2.51	2.27	-	-	-	-	-

(- keine Angaben)

### **1.3 Energiebedarf der Katze**

Der Gesamtenergiebedarf aller Organismen setzt sich aus dem Bedarf für die Erhaltung und dem zusätzlichen Bedarf für Arbeit, Wachstum, Gravidität oder Laktation zusammen (KIRCHGESSNER, 1997; KAMPHUES et al., 2004; NRC, 2006). Entspricht die verbrauchte Energie der aufgenommenen, besteht ein Energiegleichgewicht, wodurch es nur zu geringen Änderungen im Energiespeicher kommt (CASE et al., 1997).

Der energetische Erhaltungsbedarf entspricht dem Energiebedarf bei ausgeglichener Energiebilanz. Er setzt sich aus dem Grundumsatz und dem Energieaufwand für Futteraufnahme, Verdauungsarbeit, leichte Muskeltätigkeit und Wärmeregulation zusammen (KIRCHGESSNER, 1997).

Der Grundumsatz entspricht der Wärmeproduktion in völliger Ruhe im thermoneutralen Bereich (KLEIBER, 1961). Da die Muskeltätigkeit bei Tieren nie ausgeschlossen werden kann, wird der Nüchternumsatz gemessen. In der Praxis kommen solche Bedingungen nicht vor; Angaben über den Grundumsatz sind nach KIRCHGESSNER (1997) für die praktische Fütterung daher wenig sinnvoll.

Der Energiebedarf ist nicht nur von der Aktivität, vom Temperament, Alter, Geschlecht und Body Condition Score abhängig, sondern auch von der Beschaffenheit des Fells, vom Gesundheitszustand und von den Umweltbedingungen (LEWIS et al., 1990; CASE et al., 1997; KIRCHGESSNER, 1997; WICHERT et al., 1999; NRC, 2006).

Da die Variationsbreite der Lebendmasse bei der adulten Katze nur gering ist, erfolgen die Angaben zum Energiebedarf in der Literatur meist pro kg LM und nicht pro  $\text{kg LM}^{0.75}$  bzw. pro  $\text{kg LM}^{0.62}$ .

#### **1.3.1 Methoden zur Energiebedarfsermittlung**

Der energetische Erhaltungsbedarf wurde in der Vergangenheit mit Hilfe von unterschiedlichen Methoden ermittelt. Damit können wahrscheinlich auch die teilweise sehr unterschiedlichen Aussagen über den Erhaltungsstoffwechsel von adulten Katzen erklärt werden. Einige Methoden sind nur noch von historischem Interesse.

##### **1.3.1.1 Ethologische Bedarfsermittlung**

Aus der Beobachtung des natürlichen Fressverhaltens kann versucht werden, den energetischen Erhaltungsbedarf der Katze abzuleiten. Katzen sind im allgemeinen in der Lage, bei ad libitum Fütterung ihr normales Körpergewicht konstant zu halten, indem sie

mehrere kleine Mahlzeiten einnehmen und die Menge der Energiedichte des Futters anpassen (BRADSHAW et al., 1996). MacDONALD et al. (1984) gehen von einer täglichen Aufnahme von etwa 12 Mäusen mit einem Bruttoenergiegehalt (BE) von ca. 125 kJ pro Maus (MUGFORD, 1977) aus. Daraus lässt sich die tägliche BE-Aufnahme berechnen, bei der wildlebende Katzen ihr Körpergewicht langfristig konstant halten können.

#### **1.3.1.2 Empirische Bedarfsermittlung**

Bei der empirischen Bedarfsermittlung werden die Energieaufnahme und die Körpermasseveränderung aufgezeichnet. Die Energiezufuhr ist bedarfsdeckend, wenn es bei artgerechter Haltung weder zu einem Gewichtsverlust, noch zu Übergewicht kommt. Die Energiebilanz ist in diesem Fall gleich null. Zu einer positiven Energiebilanz mit Energiespeicherung kommt es bei einer Erhöhung der Energiezufuhr. Umgekehrt führt eine Reduktion der täglichen Futterration zu einer negativen Energiebilanz und die Katze verliert an Gewicht (EDTSTADTLER-PIETSCH, 2003). Wissenschaftlich wird die empirische Bedarfsermittlung durch Messung des Futtermittelsverzehrs während Perioden von längerfristiger Gewichtskonstanz angewendet.

#### **1.3.1.3 Messung des Futtermittelsverzehrs bei Gewichtskonstanz**

Die Messung des Futtermittelsverzehrs bei Gewichtskonstanz erfolgt immer über einen längeren Zeitraum. Die gemessene Energieaufnahme bei Gewichtskonstanz wird mit der jeweiligen Körpermasse in Beziehung gesetzt. Somit kann die tägliche Energieaufnahme pro Tier bzw. pro kg Lebendmasse (LM) berechnet werden. Schon in der Mitte des 20. Jahrhunderts kam diese Methode der Bedarfsermittlung zum Einsatz (KREHL et al., 1955; ALLISON et al., 1956; GREAVES und SCOTT, 1960; GISLER und EWING, 1964; SKULTETY, 1969). Bei den genannten Autoren ist allerdings nicht ersichtlich, ob sich die Werte auf die Bruttoenergie des Futters, die verdauliche oder die umsetzbare Energie beziehen. Besser interpretierbar sind daher Arbeiten neueren Datums, bei denen die umsetzbare Energie (UE) angegeben ist (KENDALL et al., 1983; EARLE und SMITH, 1991; FLYNN et al., 1996).

#### **1.3.1.4 Indirekte Kalorimetrie**

Im Stoffwechsel eines Tieres wird ein Grossteil der zur Verfügung stehenden Energie in Wärme umgewandelt. Ohne Energiespeicherung würde die gesamte, während der Stoffwechselprozesse freiwerdende Energie als Wärme abgegeben. Aus diesem Grund kann die Wärmeproduktion mit dem Energiehaushalt gleichgesetzt werden (ECKERT, 1986). Bei der indirekten Kalorimetrie wird die Wärmeabgabe indirekt über die Messung von Gaswechseldaten

(Sauerstoffverbrauch (O<sub>2</sub>), Kohlendioxidabgabe (CO<sub>2</sub>) und Harnstickstoffgehalt) in einer Respirationskammer berechnet. Im allgemeinen erfolgt die Messung über wenige Stunden oder Tage. Die Energiebilanz kann dann mit Hilfe der berechneten Wärmeenergie bestimmt werden. Den ersten Ergebnissen zum Energiebedarf durch indirekte Kalorimetrie von HALDANE (1892) folgten zahlreiche Studien bis in jüngste Zeit (CARPENTER, 1944; HAUSCHILD, 1993; MÄNNER et al., 1993; RADICKE, 1995; STIEFEL, 1999; LÄUGER, 2001).

#### **1.3.1.5 Regressionsanalysen**

Der energetische Erhaltungsbedarf kann regressionsanalytisch durch Extrapolation auf eine ausgeglichene Energiebilanz aus der aufgenommenen umsetzbaren Energie und der retinierten Energie (E<sub>ret</sub>) berechnet werden. Dabei findet nachstehendes Regressionsmodell Anwendung (HAUSCHILD, 1993; MÄNNER et al., 1993; RADICKE, 1995; LÄUGER, 2001).

$$y = a + b \cdot x$$

y: E<sub>ret</sub> in kJ/kg LM/d

x: aufgenommene umsetzbare Energie in kJ UE/kg LM/d

a: Intercept

b: Gesamtwirkungsgrad der UE für Erhaltung und energetischen Ansatz

#### **1.3.1.6 Untersuchungen mit doppelt markiertem Wasser (H<sub>2</sub><sup>18</sup>O, <sup>2</sup>H<sub>2</sub>O)**

BALLEVRE et al. (1994) beschrieben die Messung des Energieverbrauchs mit doppelt markiertem Wasser. Mit Ausnahme der Blut- und Harnprobenentnahmen stellt diese Methode eine wenig invasive Möglichkeit zur Bestimmung des Erhaltungsbedarfs dar. Obwohl Messungen am freilebenden Tier durchgeführt werden können, findet diese Methode selten Anwendung, da es schwierig ist, das Gesamtkörperwasser exakt zu bestimmen.

### **1.3.2 Erhaltungsbedarf der adulten Katze**

Bezüglich des energetischen Erhaltungsbedarfs der Katze wurden in der Literatur teilweise stark voneinander abweichende Daten beschrieben. Die Ergebnisse verschiedener Autoren mit den entsprechenden Messmethoden und den verwendeten Tieren sind in den Tabellen 6a und 6b ersichtlich.

**Tabelle 6a:** Energetischer Erhaltungsbedarf adulter Katzen

<b>Autor</b>	<b>Tiertyp</b>	<b>n</b>	<b>Alter (Jahre)</b>	<b>Gewicht (kg)</b>	<b>Erhaltungsbedarf (kJ UE/kg LM/d)</b>
<b>Festgelegte Richtlinien</b>					
NRC (2006)	inaktiv, schlank	-	-	-	293
<b>Ethologische Bedarfsermittlung</b>					
MACDONALD et al. (1984)	-	-	-	-	226 - 283
<b>Indirekte Kalorimetrie, Extrapolation des Grundumsatzes <sup>1)</sup></b>					
HALDANE (1892)	-	1	-	2.5	498 - 664
CARPENTER (1944)	intakt w; intakt m	5	-	2.8 - 4.2	323 - 430
<b>Indirekte Kalorimetrie, Regressionsanalyse</b>					
HAUSSCHILD (1993)	intakt w; intakt m	67	0.8 - 13	3.82	161 - 256
MÄNNER et al. (1993)	normal	-	1 - 6	2.5 - 6	187
	aktiv	-	1 - 6	2.5 - 6	228
RADICKE (1995)	intakt w; kastriert m	14	2.6 - 5	2.5 - 5	128 - 165
STIEFEL (1999)	kastriert w, m; intakt m	8 * 3	2 - 15	4.4	153
LÄUGER (2001)	intakt m	12	0.7 - 0.9	5.2	226

<sup>1)</sup> Multiplikation des Grundumsatzes mit dem Faktor 1.5 - 2 (MACDONALD et al., 1984)

w = weiblich; m = männlich;

- keine Angaben



**Tabelle 6b:** Energetischer Erhaltungsbedarf adulter Katzen

Autor	Tiertyp	n	Alter (Jahre)	Gewicht (kg)	Erhaltungsbedarf	Einheit
Messung des Futtermittelfressens bei Gewichtskonstanz						
KREHL et al. (1955)	-	-	-	-	254 - 279	kJ ??/kg LM/d
ALLISON et al. (1956)	-	7	-	-	335	kJ ??/kg LM/d
MILLER und ALLISON (1958)	inaktiv	-	1	-	251	kJ ??/kg LM/d
	aktiv	-	1	-	335 - 377	
GREAVES und SCOTT (1960)	w, m	4	-	3.04	297 - 431	kJ ??/kg LM/d
WATERHOUSE und CARVER (1962)	-	10	1.1	2.78	318	kJ UE/kg LM/d
GISLER und EWING (1964)	inaktiv	-	-	-	251	kJ ??/kg LM/d
SKULTETY (1969)	-	10	-	2 - 4	251 - 314	kJ ??/kg LM/d
KENDALL et al. (1983)	intakt w ; kastriert m	6	-	2.5 - 4	226 - 352 <sup>1)</sup>	kJ UE/kg LM/d
BURGER et al. (1984)	-	18	-	4.1	231 <sup>2)</sup>	kJ UE/kg LM/d
EARLE und SMITH (1991)	-	22	-	2.5 - 3	276	kJ UE/kg LM/d
	-	7	-	6 - 6.5	155	
FLYNN et al. (1996)	intakt w	5	-	3	209 - 251	kJ UE/kg LM/d
	Ovariohysterektomie	10	-	3.3	159 - 176	
EDTSTADTLER-PIETSCH (2003)	kastriert m	63	1 - 15	5.2	230 ± 51	kJ UE/kg LM/d
	kastriert w	33	1 - 13	4.1	233 ± 68	
	intakt w	30	1 - 11	3.6	271 ± 68	
	intakt m	12	1 - 12	5	352 ± 125	
Doppelt markiertes Wasser (H <sub>2</sub> <sup>18</sup> O, <sup>2</sup> H <sub>2</sub> O)						
BALLEVRE et al. (1994)	intakt w; kastriert m; aktiv	3	7 ± 4	4.4	207 ± 12	kJ UE/kg LM/d

<sup>1)</sup> UE berechnet: UE = VE \* 0.92 - 2 (KENDALL et al., 1983)

<sup>2)</sup> UE berechnet: UE = VE \* 0.92 (HAUSSCHILD, 1993)

?? keine Angaben über BE, VE oder UE in der Literatur

w = weiblich; m = männlich;

- keine Angaben

### **1.3.2.1 Ethologische Bedarfsermittlung**

MACDONALD et al. (1984) gingen von einer täglichen Aufnahme von etwa 12 Mäusen, mit einem Bruttoenergiegehalt von ca. 125 kJ/Maus (MUGFORD, 1977) aus. Daraus ergibt sich eine Tagesaufnahme von etwa 1500 kJ BE. Bei einer mittleren Verdaulichkeit der Bruttoenergie von 82 % und einem Verhältnis der umsetzbaren Energie zur verdaulichen Energie (VE) von 0.92 (HAUSSCHILD, 1993) ergibt sich damit für eine ausgewachsene Katze ein Bedarf von 1132 kJ UE/d. Somit beträgt der Tagesbedarf einer aktiven 4 - 5 kg schweren Katze 226 - 283 kJ UE/kg LM.

### **1.3.2.2 Indirekte Kalorimetrie**

HALDANE (1892) beschrieb bereits am Ende des 19. Jahrhunderts die Messung des energetischen Erhaltungsbedarfs mit Hilfe einer Apparatur, die den Atemgaswechsel einer 2.5 kg schweren Katze unbekannten Alters und Geschlechts für eine Stunde darstellte. Der so ermittelte Grundumsatz betrug 332 kJ UE/kg LM/d. Da der Erhaltungsbedarf dem 1.5 - 2 fachen des Grundumsatzes entspricht (MACDONALD et al., 1984), ergibt sich ein Erhaltungsbedarf von 498 - 664 kJ UE/kg LM/d.

Aussagekräftigere Ergebnisse liefert die Berechnung des Erhaltungsbedarfs mit Hilfe der Regressionsanalyse aus der aufgenommenen umsetzbaren Energie und der retinierten Energie. Auf diese Weise wurde der Erhaltungsbedarf für die adulte Katze mit 128 - 256 kJ UE/kg LM/d angegeben (HAUSSCHILD, 1993; RADICKE, 1995; STIEFEL, 1999; LÄUGER, 2001). MÄNNER et al. (1993) untersuchten die Abhängigkeit des Erhaltungsbedarfs von der Bewegung und ermittelten für inaktive Katzen einen Erhaltungsbedarf von 187 kJ UE/kg LM/d, für aktive 228 kJ UE/kg LM/d. Auch STIEFEL (1999) untersuchte den Einfluss der Aktivität bei acht kastrierten Katzen und Katern im Alter von 2 - 15 Jahren und ermittelte für aktive Katzen einen Bedarf von 152.5 kJ UE/kg LM/d, für ruhende einen Erhaltungsbedarf von 131.7 kJ UE/kg LM/d.

### **1.3.2.3 Messung des Futtermittelsverzehrs bei Gewichtskonstanz**

Der durch Messung des Futtermittelsverzehrs bei Gewichtskonstanz bestimmte Erhaltungsbedarf in der Literatur beträgt 251 - 431 kJ/kg LM/d (KREHL et al., 1955; ALLISON et al., 1956; MILLER und ALLISON, 1958; GISLER und EWING, 1964; SKULTETY, 1969). MILLER und ALLISON (1958) untersuchten den Einfluss der Bewegung und ermittelten bei inaktiven, in Stoffwechselkäfigen befindlichen Katzen einen Erhaltungsbedarf von 251 kJ/kg LM/d, bei aktiven Katzen, denen ein Auslauf zur Verfügung stand 335 - 377 kJ/kg LM/d. GREAVES

und SCOTT (1960) befassten sich mit der Abhängigkeit des Energiebedarfs vom Proteingehalt des Futters und ermittelten einen Bedarf von 297 - 431 kJ/kg LM/d entsprechend des unterschiedlichen Proteingehaltes des Futters. Sie beobachteten eine kompensatorische Erhöhung der Futteraufnahme bei Verminderung des Proteingehaltes in der Ration. Die durchschnittliche Energieaufnahme stieg bei einem Proteingehalt von 19 % in der Ration auf ein Maximum von 431 kJ/kg LM/d an. Ist ausreichend Protein im Futter vorhanden, scheint eine Energiezufuhr von 314 kJ/kg LM/d ausreichend. Aus all diesen Arbeiten geht nicht hervor, ob sich die genannten Werte auf die Bruttoenergie des Futters oder aber auf die verdauliche oder umsetzbare Energie beziehen. Bei WATERHOUSE und CARVER (1962) kamen vermutlich die modifizierten Atwater-Faktoren zur Schätzung der umsetzbaren Energie zum Einsatz, die einen Erhaltungsbedarf von 318 kJ UE/kg LM/d ergaben. Dabei wurde der Energiegehalt der Ration mit 16.7 kJ/g Rohprotein, 37.7 kJ/g Rohfett bzw. 15.7 kJ/g Stickstoff-freie-Extraktstoffe (NfE) berechnet. Der Vergleich dieser geschätzten Werte mit in vivo-Resultaten führt gemäss KENDALL et al. (1985) zu einer Überschätzung der umsetzbaren Energie in vivo von durchschnittlich 24 % und somit zu einer Überschätzung des energetischen Erhaltungsbedarfs.

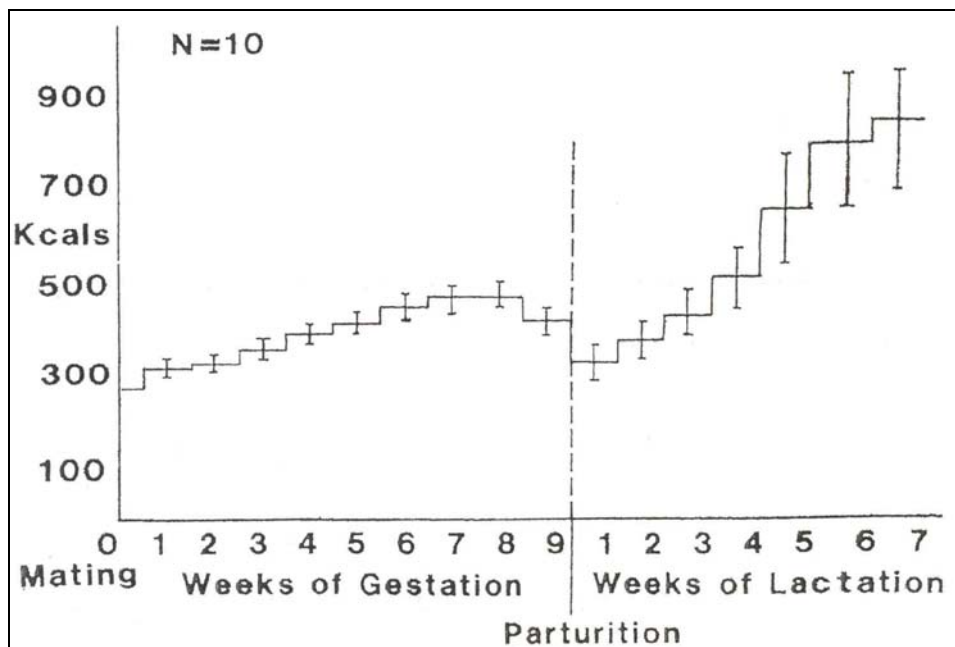
In der Literatur neueren Datums wird der Erhaltungsbedarf mit 209 - 352 kJ UE/kg LM/d angegeben (KENDALL et al., 1983; BURGER et al., 1984; FLYNN et al., 1996; LÄUGER, 2001; EDTSTADTLER-PIETSCH, 2003). EARLE und SMITH (1991) beobachteten einen sinkenden Erhaltungsbedarf bei zunehmender Körpermasse. Für 2.5 - 3 kg schwere Katzen gaben sie einen Erhaltungsbedarf von 276 kJ UE/kg LM/d an, für Katzen mit einem Gewicht von 6 - 6.5 kg einen von 155 kJ UE/kg LM/d. Den Einfluss der Ovariohysterektomie untersuchten FLYNN et al. (1996) und beschrieben bei ovariohysterektomierten Katzen mit 159 - 176 kJ UE/kg LM/d einen deutlich niedrigeren Erhaltungsbedarf, als bei sexuell intakten Tieren mit 209 - 251 kJ UE/kg LM/d.

#### **1.3.2.4 Untersuchungen mit doppelt markiertem Wasser ( $\text{H}_2^{18}\text{O}$ , $^2\text{H}_2\text{O}$ )**

BALLEVRE et al. (1994) ermittelten mit doppelt markiertem Wasser einen Erhaltungsbedarf von 207 kJ UE/kg LM/d.

### 1.3.3 Energiebedarf der Katze während der Gravidität

Über den Leistungsstoffwechsel von trächtigen Katzen existieren in der Literatur nur sehr wenige Angaben. Sowohl das Stadium der Trächtigkeit, als auch die Anzahl der Welpen haben einen Einfluss auf den Gesamtenergiebedarf der graviden Katze. LOVERIDGE (1986) beobachtete bei zehn Katzen, denen Futter ad libitum zur Verfügung stand, einen durchschnittlichen Anstieg der Energieaufnahme von 1172 kJ UE/Katze/d vor dem Decken auf 1975 kJ UE/Katze/d bis zur 7. - 8. Graviditätswoche. Dies entspricht einem Anstieg von ungefähr 70 %. In der Woche vor der Geburt beobachtete er mit einer Energieaufnahme von 1766 kJ UE/Katze/d einen geringen Abfall. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Abbildung 6 dargestellt.



**Abbildung 6:** Gesamtenergieaufnahme der Katze (kcal UE/d) im Verlauf der Gravidität und Laktation (LOVERIDGE, 1986)

Im Gegensatz dazu beschrieb HOLME (1982) bei der Hündin einen Anstieg der Energieaufnahme bis zur achten Graviditätswoche von nur 50 %.

SCOTT (1966) ging bei der graviden Katze, unter der Nutzung von modifizierten Atwater-Faktoren zur Berechnung der umsetzbaren Energie, von einem Energiebedarf von 418 kJ UE/kg LM/d aus. LOVERIDGE und RIVERS (1989) postulierten einen täglichen Energiebedarf der trächtigen Katze von 377 kJ UE/kg LM/d. Sie erklärten die höheren Daten von SCOTT (1966) damit, dass die wirkliche Aufnahme an umsetzbarer Energie etwa 88 % der nach Schätzformeln berechneten Ergebnisse ausmachten (KENDALL et al., 1985), was

bei SCOTT (1966) einem Bedarf von 368 kJ UE/kg LM/d entspricht. Der NRC (2006) beschreibt den Leistungsbedarf der graviden Katze mit 410 kJ UE/kg LM/d.

Während die Futter- bzw. Energieaufnahme der graviden Katze bereits in den ersten Tagen der Trächtigkeit kontinuierlich anstieg (LOVERIDGE, 1986; LOVERIDGE und RIVERS, 1989), war bei der Hündin erst ab der fünften Trächtigkeitswoche ein gesteigerter Energiebedarf auffällig (ROMSOS et al., 1981; ANDERSON, 1983). LOVERIDGE und RIVERS (1989) beobachteten im weiteren Verlauf der Gravidität der Katze einen parallelen Anstieg der Energieaufnahme mit der Gewichtszunahme. Sie kalkulierten den zum Erhaltungsbedarf zusätzlichen Energieaufwand mit 29 kJ UE/g Gewichtszuwachs.

## 2. Tiere, Material und Methoden

### 2.1 Versuchstiere

Als Versuchstiere dienten elf weibliche intakte adulte Katzen aus Versuchstierzuchten. Neun Katzen gehörten der Rasse Europäisch Kurzhaar an. Zwei waren Domestic Shorthair Katzen. Das Alter der Tiere zu Beginn der ersten Adaptationsphase lag im Mittel bei  $1.3 \pm 0.3$  Jahren mit einem Lebendgewicht von  $3.0 \pm 0.3$  kg. Die charakteristischen Merkmale der einzelnen Katzen sind in Tabelle 7 ersichtlich. Ausserdem standen zwei Deckkater der Rasse Europäisch Kurzhaar zur Verfügung. Alle Katzen waren klinisch gesund.

**Tabelle 7:** Charakteristische Merkmale der Versuchstiere zu Beginn der Messungen

Katze	Gewicht (kg)	Alter (Jahre)
1	3.2	1.5
2	2.5	1.5
3	3.2	0.9
4	3.0	0.9
5	2.6	1.3
6	2.5	1.3
7	3.0	1.7
8	2.9	1.7
9	3.5	0.8
10	3.2	0.8
11	3.1	1.3

### 2.2 Versuchsanordnung

Der Versuch bestand aus drei verschiedenen Messphasen; Adult und während der vierten und siebten Graviditätswoche (Abb. 7). Jeder Messphase wurde eine sieben tägige Adaptationsphase (Kap. 2.2.1) vorangestellt. Die ersten 24 Stunden der adulten Messphase dienten der Adaptation an die Respirationskammer, um umgebungs- und stressbedingte Einflüsse zu vermindern. Im Anschluss an die viertägige erste Messphase wurde jede Katze mehrmals täglich über maximal fünf Tage gedeckt. Nach anschliessender sonographischer Trächtigkeitsbestätigung kamen die Katzen in der vierten und siebten Graviditätswoche



über 22 1/2 Stunden in Betrieb und wurde täglich zwischen 9.00 Uhr und 10.30 Uhr für die Reinigung, Probenentnahme und als Freilaufphase für die Katzen geöffnet. Die Temperatur in den Messkammern lag bei  $20.5 \pm 1.0$  °C, die Luftfeuchtigkeit bei  $31.3 \pm 7.9$  %. Die tägliche Beleuchtungsdauer betrug 16 Stunden, von morgens 6.00 Uhr bis abends 22.00 Uhr. Dies entspricht den ungefähren Lichtverhältnissen der Katze im Alltag mit dem Menschen. Der Durchfluss der Luft in den Kammern betrug  $3.5 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Ein aus luftundurchlässigem Styropor gefertigter Unterbau (1.24 m x 1.00 m x 0.29 m), welcher der Katze als Boden diente, führte zu einer Verkleinerung des Innenvolumens der Respirationsskammer ( $0.89 \text{ m}^3$ ). Dadurch konnte die Konzentration des abgeatmeten Kohlendioxids in den Kammern erhöht werden.



**Abbildung 8:** Respirationsskammern der ETH Zürich

## 2.3 Material

### 2.3.1 Katzentoilette

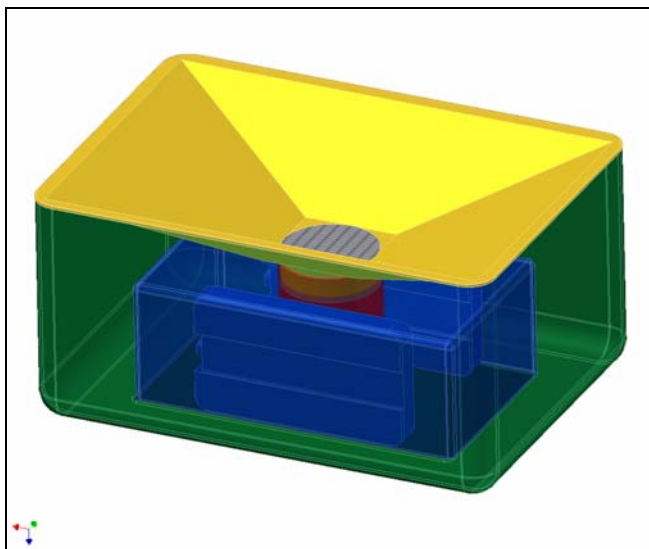
Um vollständiges und getrenntes Sammeln von Harn und Kot zu ermöglichen, wurde eine spezielle Katzentoilette konstruiert (Abb. 9). Sie wurde von allen Versuchstieren gut angenommen, da sie das natürliche Verhalten bezüglich des Harn- und Kotabsatzes nicht einschränkte.





**Abbildung 9:** Katzentoilette

Die Grundlage bildete eine kommerzielle Kunststoffkiste (38 cm x 28 cm x 18 cm). An der Innenseite der Kiste wurde fünf Zentimeter unter der Oberkante eine trichterförmige Plexiglasplatte befestigt. Im Zentrum des Trichters befand sich ein Kunststoffsieb, welches das Sammeln von Harn in einem darunter befestigten 250 ml Becher ermöglichte. Dieser Becher stand in einer Plastikschiene, in der sich Kühlelemente und Crush-Eis befanden. Somit konnte gewährleistet werden, dass der Harn über die einzelnen Versuchstage ausreichend gekühlt wurde (Abb. 10).



**Abbildung 10:** Konstruktion der Katzentoilette

Die Toiletten wurden mit einem speziellen wasserabstossenden Polypropylen-Granulat gefüllt (STIEFEL, 1999). Der Harn konnte somit fast ohne Verluste in den dafür vorgesehenen Becher ablaufen. Auch eine Kontamination des Harns durch den Kot konnte somit ausgeschlossen werden.

### 2.3.2 Raumeinteilung

Neben der speziellen Katzenttoilette stand zur Raumstrukturierung ein Kratzbaum (Durchmesser: 11 cm; Höhe: 50 cm) zur Verfügung. Als Liegeplatz diente ein 55 cm x 35 cm grosser Teppich. Des weiteren befanden sich in jeder Kammer zwei Trinknapfe und ein Fressnapf. Als Spielelemente bekam jede Katze einen Ball, eine Fell- und eine Filzmaus.

## 2.4 Fütterung

### 2.4.1 Futter

Als Versuchsfutter diente Biomill-Kitten<sup>®</sup> Trockenfutter, dem 2 % des Markers Celite<sup>®</sup> zugemischt wurde. Eine Probe jedes angefangenen Futtersackes wurde der Weender Analyse unterzogen und der Bruttoenergiegehalt mit Hilfe des Bombenkalorimeters ermittelt. Die Ergebnisse der Analysen sind in Tabelle 8 ersichtlich.

**Tabelle 8:** Inhaltsstoffe und Bruttoenergie des Futters in g/100g bzw. kJ/100g (eigene Analyse)

	<b>MW ± SD</b>
TS	91.17 ± 0.81
Ra in der TS	8.39 ± 0.11
Rp in der TS	32.59 ± 0.57
Rfa in der TS	3.29 ± 0.86
Rfe in der TS	18.89 ± 1.01
NfE in der TS	36.84 ± 1.53
HCl unlösliche Asche in der TS	2.09 ± 0.11
BE in der TS	2261.7 ± 8.4

### **2.4.2 Futteraufnahme**

Die Futteraufnahme der Katzen wurde während der Messphasen täglich durch Rückwiegen des zuvor zur Verfügung gestellten Futters bestimmt. Da sich die Versuchskatzen 22 ½ Stunden in den Respirationskammern befanden, erfolgte dies im Verlauf der Öffnungsphase zwischen 9.00 Uhr und 10.30 Uhr. Während aller Messphasen wurde das Futter ad libitum zur Verfügung gestellt und von allen Versuchstieren sehr gut gefressen.

Den Katzen stand während des gesamten Versuchs Trinkwasser ad libitum in zwei Näpfen zur Verfügung. Der Wasserverbrauch wurde nicht erfasst.

## **2.5 Körpergewicht**

Das Gewicht der Katzen wurde während der Messphasen täglich ermittelt. Dies erfolgte im Verlauf der Öffnungsphase der Respirationskammern zwischen 9.00 Uhr und 10.30 Uhr.

Zwischen den einzelnen Messphasen wurde das Gewicht jeder Katze wöchentlich kontrolliert. Einige Tage vor der anstehenden Geburt bis einen Tag post partum wurden die Muttertiere täglich gewogen.

## **2.6 Probenentnahmen und Probenvorbereitung**

### **2.6.1 Kot**

Der Kot wurde während der Messphasen täglich komplett gesammelt. Die Entnahme der Proben erfolgte während der Öffnungszeiten der Respirationskammern zwischen 9.00 Uhr und 10.30 Uhr. Sämtliches anhaftendes Plastikgranulat und Verunreinigungen (Haare) wurden von Hand mit Pinzetten entfernt. Nach dem Wiegen wurden 80 % des Gesamtkotes je Versuchstag bei -20 °C zwischengelagert. Am Ende einer Sammelperiode wurden die tiefgefrorenen Einzelproben gemischt, gewogen und über 48 Stunden lyophilisiert (Christ<sup>®</sup> Loc-2m). Die Vakuumgefriertrocknung wurde angewendet, um die Verluste an flüchtigen Stoffen weitestgehend einzuschränken (PETERSEN, 1992; VAN BEEK und BEEKING, 1992). Nach 24 stündigem Verbleiben bei Raumtemperatur und -feuchte wurden die Proben gewogen, gemahlen (Mühle Retsch ZM 1, Siebdurchmesser 0.5 mm) und anschliessend als lufttrockene, gewichtskonstante Substanz analysiert.

### **2.6.2 Harn**

Der Harn wurde während der Messphasen täglich komplett gesammelt. Die Entnahme der Proben erfolgte während der Öffnungszeiten der Respirationsskammern zwischen 9.00 Uhr und 10.30 Uhr. Nach dem Wiegen wurden von jeder Harnprobe 10 % einzeln bei -20 °C zwischengelagert. Mit 30 % der Tagesmenge wurde eine Sammelprobe aller Messtage hergestellt und bei -20 °C tiefgefroren. Am Ende einer Messphase wurden die Sammelproben 48 Stunden lyophilisiert (Christ<sup>®</sup> Loc-2m) und das Lyophilisat mechanisch zerkleinert. Auch beim Harn ist die Vakuumgefriertrocknung angewendet worden, um die Verluste an flüchtigen Stoffen weitestgehend einzuschränken (PETERSEN, 1992; VAN BEEK und BEEKING, 1992). Die lyophilisierten Proben wurden vor der Analyse in einem Exsikkator zwischengelagert.

### **2.6.3 Futter**

Das Futter wurde bei Zimmertemperatur gelagert. Von jedem neu angefangenen Futtersack wurde eine Probe entnommen, gemahlen (Mühle Retsch ZM 1, Siebdurchmesser 0.5 mm) und analysiert.

## **2.7 Analysen**

### **2.7.1 Weender Analyse**

Die Ermittlung des Gehaltes an Roh Nährstoffen der Sammelkot- und Futterproben erfolgte mit Hilfe der Weender Analyse nach NAUMANN und BASSLER (1997) im Institut für Tierernährung (Doppelbestimmung). Das Futter und der Kot wurden als gemahlene, lufttrockene Substanz analysiert.

- **TS-Gehalt des Futters**

Die Bestimmung des TS-Gehaltes des Futters erfolgte durch Trocknung von 3 - 5 g Probenmaterial im Trockenschrank (Heraeus UT 6060) bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz.

- **TS-Gehalt von Kot und Harn**

Die Sammelkotproben wurden vor der Gefriertrocknung und nach anschliessendem 24 stündigem Verbleiben im Raum gewogen. Im Anschluss wurde der TS-Gehalt mit dem TS/Ra-Automat TGA-500 von Leco<sup>®</sup> bestimmt (Dreifachbestimmung). Der absolute TS-

Gehalt ergab sich aus dem Wasserverlust bei der Probenaufbereitung und dem ermittelten TS-Gehalt. Die einzeln eingefrorenen 10 % der Tagesharmengen wurden ca. eine Stunde im Kühlschrank aufgetaut und mit jeweils 8 % der Gesamtmenge eine Sammelprobe hergestellt. Von dieser wurde der TS-Gehalt mit Hilfe des TS/Ra Apparates bestimmt (Dreifachbestimmung).

- Rohasche (Ra)

3 - 5 g des Untersuchungsmaterials wurden 16 Stunden im Muffelofen (Heraeus M 110) bei 550 °C verascht.

- Rohprotein (Rp)

Die Analyse des Rp-Gehaltes erfolgte nach dem Kjeldahl-Verfahren. 1 - 2 g des Probenmaterials wurden mit konzentrierter Schwefelsäure aufgeschlossen (1007 Digester Foss Tecator), um den vorhandenen Stickstoff (N) in Ammoniumsulfat umzuwandeln. Anschliessend erfolgte durch Zugabe von Natronlauge die Freisetzung von Ammoniak. Dieser konnte dann titrimetrisch erfasst werden (2300 Kjeltac Analyzer Unit).

Berechnung des Rp-Gehaltes:  $N \cdot 6.25$

- Rohfett (Rfe)

3 - 5 g des Untersuchungsmaterials wurden zunächst eine Stunde mit 8 %iger Salzsäure und 1 - 2 g Celite<sup>®</sup> gekocht, um einen Säureaufschluss zu bewirken (1047 Hydrolyzing Unit Soxtec System). Nach Abkühlung, Filtration, Waschung und Trocknung erfolgte eine 2 stündige Extraktion mit Petroläther im Soxhletapparat (2050 Soxtec Avanti).

- Rohfaser (Rfa)

Nach der Entfettung von 1 - 2 g Probenmaterial mit Aceton, erfolgte ein 30 minütiges Kochen mit 1.25 %iger Schwefelsäure und Kalilauge (Fibertec Hot Extractor<sup>®</sup> 2010). Nach dem Spülen mit heissem Wasser und Nachwaschen mit Aceton wurden die Proben zwei Stunden bei 130 °C im Trockenschrank (Heraeus UT 6060) getrocknet. Daraufhin folgte das erste Wiegen der Proben. Anschliessend wurde das Untersuchungsmaterial für vier Stunden bei 550 °C im Muffelofen (Heraeus M 110) verascht. Auf die Abkühlung im Exsikkator erfolgte ein zweites Auswiegen. Aus dem Glühverlust konnte der Rfa-Gehalt berechnet werden.

- Stickstoff-freie-Extraktstoffe (NfE)

Der NfE-Gehalt wurde rechnerisch bestimmt:

$$NfE = TS - (Ra + Rp + Rfe + Rfa)$$

### **2.7.2 HCL - unlösliche Asche**

3 - 5 g Probenmaterial wurden zunächst 30 Minuten in 100 ml 12 %iger Salzsäure gekocht. Nach Abfiltration in aschefreie Filter wurden die Proben mit heissem entmineralisiertem Wasser gespült. Daraufhin folgte eine mindestens sechs stündige Veraschung im Muffelofen (Heraeus M 110) bei 550 °C. Der entstandene Rückstand definiert sich als HCL - unlösliche Asche.

### **2.7.3 Bruttoenergie (BE)**

Die Bestimmung der Bruttoenergie erfolgte durch anisotherme Bombenkalorimetrie (IKA-Kalorimeter C 2000 basic).

- Harn und Kot

Die BE wurde von den lyophilisierten Harnsammelproben und den lyophilisierten, lufttrockenen Kotsammelproben bestimmt (Dreifachbestimmung). 0.7 g Urin bzw. 0.5 g Kot wurden in Einwegtiegel definierten Brennwertes eingewogen und ohne Benutzen eines Zündfadens mit dem Modus Isoperibol 25 °C verbrannt.

- Futter

Die BE wurde vom gemahlenen Futter bestimmt (Fünffachbestimmung). 1 g Untersuchungsmaterial wurde mit Hilfe eines Quarztiegels und eines Zündfadens mit dem Modus Isoperibol 25 °C verbrannt.

### **2.7.4 Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt**

Die Bestimmung des Gehaltes an Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N) der Sammelkot-, Sammelharn- und Futterproben erfolgte mit Hilfe des CN-Analysers CN-2000 von Leco® (Dreifachbestimmung).

- Harn

Die einzeln eingefrorenen 10 % der Tagesharnmengen wurden ca. eine Stunde im Kühlschrank aufgetaut und mit jeweils 8 % der Gesamtmenge wurde eine Sammelprobe hergestellt. Davon wurden anschliessend 0.5 g eingewogen und in flüssiger Form analysiert.

Der Harn wurde zuvor ohne Zusatz eingefroren.

Voruntersuchungen (Dreifachbestimmung) zeigten, dass bei frisch eingefrorenem Harn keine relevanten Abweichungen des N-Gehaltes im Vergleich zu frischem Harn zu erwarten sind.

**Voruntersuchung:** Der N- und C-Gehalt wurde von frischem Harn bestimmt. Des weiteren wurden 10 ml Harn vor dem Einfrieren mit 0.125 ml Thymol-Isopropanol-Lösung bzw. mit 30 %iger Schwefelsäure, bis der Harn-pH < 4 war, versetzt. Weitere 10 ml Harn sind ohne Zusätze tiefgefroren worden. Nach 5 stündigem Auftauen im Kühlschrank wurden alle Proben mit Hilfe des C/N-Analysers CN-2000 von Leco<sup>®</sup> analysiert (Tab. 9).

**Tabelle 9:** Vergleich des N-Gehaltes (%) von frischem Harn und unterschiedlich eingefrorenen Harnproben

Voruntersuchung	Stickstoff (%)
Frischer Harn	4.87
Harn mit Thymol-Isopropanol-Lösung eingefroren	4.82
Harn mit 30 %iger Schwefelsäure eingefroren	4.80
Harn ohne Zusätze eingefroren	4.88

- Kot

0.2 g Kot wurden als gemahlene, lufttrockene Substanz analysiert.

- Futter

0.2 g Futter wurden als gemahlene, ursprüngliche Substanz analysiert.

## 2.8 Auswertung

Aufgrund der geringen Variationsbreite der Lebendmasse bei der Hauskatze (*Felis s. silvestris*) und in Anlehnung an vergleichbare Literatur wurden sämtliche Bilanzen auf das absolute Körpergewicht bezogen und in g/kg LM/d (C- und N-Bilanz) bzw. kJ/kg LM/d (Energiebilanz) angegeben.

### 2.8.1 N-Bilanz

Die Differenz aus dem mit dem Futter aufgenommenen ( $N_{\text{Futter}}$ ) und dem mit dem Kot ( $N_{\text{Kot}}$ ) und Harn ( $N_{\text{Harn}}$ ) ausgeschiedenen Stickstoff entspricht dem retinierten Stickstoff ( $N_{\text{retiniert}}$ ). Der Quotient aus dem retinierten Stickstoff und der Stickstoffaufnahme über das Futter ergibt

die Stickstoffverwertung ( $k(N)$ ). Da Stickstoffverluste über Hautabschilferungen und Haare nur eine untergeordnete Rolle spielen, bleiben diese unberücksichtigt (DEKEYZER, 1997).

$$N_{\text{retiniert}} = N_{\text{Futter}} - (N_{\text{Kot}} + N_{\text{Harn}}) \quad (\text{alle Werte in g/kg LM/d})$$

$$k(N) = \frac{N_{\text{retiniert}}}{N_{\text{Futter}}}$$

### 2.8.2 C-Bilanz

Der retinierte Kohlenstoff ( $C_{\text{retiniert}}$ ) ergibt sich aus der Differenz des aufgenommenen Kohlenstoffs über das Futter ( $C_{\text{Futter}}$ ) und des ausgeschiedenen Kohlenstoffs über den Kot ( $C_{\text{Kot}}$ ), den Harn ( $C_{\text{Harn}}$ ), das Kohlendioxid ( $C_{\text{CO}_2}$ ) und das Methan ( $C_{\text{CH}_4}$ ).

$$C_{\text{retiniert}} = C_{\text{Futter}} - (C_{\text{Kot}} + C_{\text{Harn}} + C_{\text{CO}_2} + C_{\text{CH}_4}) \quad (\text{alle Werte in g/kg LM/d})$$

### 2.8.3 Energiebilanz

Die Energiebilanz kann mit Hilfe der aus den Gaswechseldaten indirekt berechneten Wärmeenergie (RQ-Methode) oder aus der Kohlenstoff- und Stickstoffbilanz (CN-Methode) berechnet werden (BROUWER, 1965).

#### • RQ-Methode

$$E_{\text{ret RQ}} = E_{\text{Futter}} - (E_{\text{Kot}} + E_{\text{Harn}} + E_{\text{CH}_4} + Q) \quad (\text{alle Werte in kJ/kg LM/d})$$

$E_{\text{ret RQ}}$	Energiebilanz nach der RQ-Methode
$E_{\text{Futter}}$	Bruttoenergie Futter
$E_{\text{Kot}}$	Bruttoenergie Kot
$E_{\text{Harn}}$	Bruttoenergie Harn
$E_{\text{CH}_4}$	Bruttoenergie Methan
$Q$	Wärmeproduktion



$$Q = 16.18 * V_{O_2} + 5.02 * V_{CO_2} - 5.99 * N_{Harn}$$

Q	Wärmeproduktion (kJ/kg LM/d)
V <sub>O<sub>2</sub></sub>	Volumen des verbrauchten Sauerstoffs (L/kg LM/d)
V <sub>CO<sub>2</sub></sub>	Volumen des produzierten Kohlendioxids (L/kg LM/d)
N <sub>Harn</sub>	Stickstoffverluste über den Harn (g/kg LM/d)

• CN-Methode

$$E_{ret\ CN} = 51.83 * C_{retiniert} - 19.40 * N_{retiniert}$$

E <sub>ret CN</sub>	Energiebilanz nach der CN-Methode (kJ/kg LM/d)
C <sub>retiniert</sub>	C-Bilanz (g/kg LM/d)
N <sub>retiniert</sub>	N-Bilanz (g/kg LM/d)

$$Q = UE - E_{ret\ CN} \quad Q \quad \text{Wärmeproduktion (kJ/kg LM/d)}$$

## 2.8.4 Umsetzbare Energie und Umsetzbarkeit der Energie

Die UE ergibt sich aus der Differenz der mit dem Futter aufgenommenen Energie (E<sub>Futter</sub>) und der ausgeschiedenen Energie über den Kot (E<sub>Kot</sub>), den Harn (E<sub>Harn</sub>) und das Methan (E<sub>CH<sub>4</sub></sub>).

Der Quotient aus der UE und der E<sub>Futter</sub> beschreibt die Umsetzbarkeit der Energie (u(E)).

$$UE = E_{Futter} - (E_{Kot} + E_{Harn} + E_{CH_4}) \quad (\text{alle Werte in kJ/kg LM/d})$$

$$u(E) = \frac{UE}{E_{Futter}}$$

## 2.8.5 Erhaltungsbedarf

Mit der Annahme, E<sub>ret</sub> = 0 kJ/kg LM/d, wird der energetische Erhaltungsbedarf regressionsanalytisch aus der UE und der E<sub>ret</sub> berechnet.

### 2.8.6 Energetischer Gesamtwirkungsgrad

Um die Energieverwertung zu charakterisieren, kann der energetische Gesamtwirkungsgrad (k) berechnet werden.

$$k = \frac{E_{\text{ret}}}{UE}$$

### 2.8.7 Proteinansatz

Der Stickstoffanteil im Protein beträgt durchschnittlich 16 %. Wird die retinierte Stickstoffmenge mit dem Faktor 6.25 multipliziert, erhält man die geschätzte Menge an Protein, die angesetzt oder abgebaut wurde.

$$\text{Proteinansatz} = 6.25 * N_{\text{retiniert}} \quad (\text{alle Werte in g/kg LM/d})$$

Mit Hilfe des Proteinansatzes kann die retinierte Energie in Form von Protein (REp) berechnet werden.

$$REp = \text{Proteinansatz} * E_{\text{Protein}}$$

REp in kJ/kg LM/d

Proteinansatz in g/kg LM/d

$E_{\text{Protein}}$ : 23.8 kJ/g Protein

### 2.8.8 Fettansatz

Der Fettansatz (g/kg LM/d) kann mit Hilfe der Energiebilanz und des Proteinansatzes berechnet werden.

$$\text{Fettansatz} = \frac{E_{\text{ret}} - \text{Proteinansatz} * E_{\text{Protein}}}{E_{\text{Fett}}}$$

$E_{\text{Protein}}$ : 23.8 kJ/g Protein

$E_{\text{Fett}}$ : 39.7 kJ/g Fett

Mit Hilfe des Fettansatzes kann die retinierte Energie in Form von Fett (REf) berechnet werden.

$$REf = \text{Fettansatz} * E_{\text{Fett}}$$

REf in kJ/kg LM/d

Fettansatz in g/kg LM/d

$E_{\text{Fett}}$ : 39.7 kJ/g Fett

## 2.8.9 Verdaulichkeit

### • Komplettsammelmethode

Da eine quantitative Kotsammlung möglich war, konnte die scheinbare Verdaulichkeit (sV) anhand der erfassten Nährstoffe in Futter und Kot berechnet werden:

$$sV = \frac{F - K}{F} * 100$$

sV	scheinbare Verdaulichkeit (%)
F	Nährstoffmenge im Futter
K	Nährstoffmenge im Kotes

### • Indikatormethode

Da dem Versuchsfutter der Marker Celite<sup>®</sup> zu 2 % zugemischt wurde, konnte die scheinbare Verdaulichkeit auch über die Indikatormethode berechnet werden.

$$sV = 100 - \left[ \frac{I(F)}{I(K)} * \frac{N(K)}{N(F)} * 100 \right]$$

sV	scheinbare Verdaulichkeit (%)
I(F)	Indikatorkonzentration im Futter (%)
I(K)	Indikatorkonzentration im Kot (%)
N(F)	Nährstoffkonzentration im Futter (%)
N(K)	Nährstoffkonzentration im Kot (%)

## 2.9 Statistische Auswertung

Mehrere Einzelwerte wurden als Mittelwert (MW)  $\pm$  Standardabweichung (SD) wiedergegeben. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikpaket Systat 11 (Systat Software, Inc., Point Richmond, CA 94804-2028, USA). Zum Vergleich mehrerer Gruppen wurde die varianzanalytische Untersuchung vorgenommen. Ergab diese signifikante Unterschiede, fand zum Vergleich von zwei Gruppen untereinander der Kruskal-Wallis-Test Anwendung. Zur Gegenüberstellung zweier Gruppen wurde der T-Test für gepaarte Daten verwendet (SACHS, 1974). Differenzen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p < 0.05$  gelten als signifikant. Der Erhaltungsbedarf der adulten Katzen wurde regressionsanalytisch bestimmt. Wenn nicht anders beschrieben sind in den Tabellen die MW  $\pm$  SD aufgelistet. Signifikante Unterschiede werden mit Buchstaben gekennzeichnet. Daten, die nicht mit dem gleichen Buchstaben überschrieben sind, unterscheiden sich signifikant.

### 3. Resultate

#### 3.1 Allgemeinbefinden und Verhalten der Tiere

Während der Beobachtungsperioden war das Allgemeinbefinden der Katzen ungestört. Die Adaptation an die Respirationskammern verlief problemlos. Am ersten Tag der adulten Messphase waren die Tiere ängstlich und nahmen nur sehr wenig Futter auf. Bereits am zweiten Tag frassen sie normal und zeigten arttypisches Verhalten wie Putzen und Spielen. Während der Messphasen in der vierten und siebten Graviditätswoche waren die Katzen bereits am ersten Messtag mit der Situation vertraut und zeigten keine Anzeichen für Unwohlsein. Bei allen Katzen konnte intensives Spielverhalten beobachtet werden.

#### Teil A : Adulte Katzen

Die Ergebnisse der 11 Katzen werden im Folgenden zusätzlich zu den Mittelwerten (MW  $\pm$  SD) einzeln aufgeführt, um die Daten später mit denen der Gravidität individuell vergleichen zu können.

#### 3.2 Körpermasse

Am ersten Messtag betrug das Körpergewicht der 11 Katzen  $2.93 \pm 0.33$  kg, am Ende der Messphase nach vier Tagen  $3.02 \pm 0.31$  kg. Während die Katzen 1 und 2 ihr Körpergewicht nicht veränderten, nahm Katze 5 75 g/d zu. Die Gewichtszunahmen der einzelnen Katzen sind in Tabelle 10 dargestellt.

**Tabelle 10:** Gewichtszunahmen der adulten Katzen (g/d) während der vier Messtage in der Respirationsanlage

Katze	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Zunahme	0	0	37.5	40	75	45	13.3	17.5	7.5	12.5	13.3

#### 3.3 Futterverzehr und Akzeptanz

Das Futter wurde von allen Katzen sehr gut gefressen. In Tabelle 11 ist der Verzehr in g TS/kg LM/d dargestellt. Der durchschnittliche Verzehr lag bei  $19.5 \pm 6.6$  g TS/kg LM/d. Die Katze 2 nahm mit  $9.5 \pm 2.9$  g TS/kg LM/d am wenigsten Futter auf, während die Katze 5 mit  $29.2 \pm 7.4$  g TS/kg LM/d ungefähr die dreifache Futteraufnahme zeigte.

**Tabelle 11 :** Täglicher Futterverzehr der adulten Katzen (g TS/kg LM/d) während der vier Messtage in der Respirationsanlage

Katze	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Verzehr	14.7 ± 3.3	9.5 ± 2.9	17.2 ± 8.1	23.5 ± 2.0	29.2 ± 7.4	24.0 ± 5.4	12.7 ± 1.6	12.4 ± 2.8	21.7 ± 2.3	27.8 ± 5.1	22.4 ± 5.1

### 3.4 Harn- und Kotabsatz

Die Harnmenge betrug  $2.0 \pm 0.6$  g TS/kg LM/d. Der durchschnittliche Trockensubstanzgehalt des Harns war  $11.5 \pm 1.6$  %. Die Katzen 2 und 7 gaben mit  $1.2 \pm 0.3$  g TS/kg LM/d die geringsten Mengen an Harn ab, während bei der Katze 5 mit  $2.9 \pm 1.1$  g TS/kg LM/d die grösste Harnabgabe beobachtet werden konnte (Tab. I Anhang).

Sowohl die tägliche Menge des Kotes als auch dessen Konsistenz waren bei den einzelnen Katzen unterschiedlich. Die Kotmenge betrug  $2.9 \pm 1.4$  g TS/kg LM/d mit einem durchschnittlichen Trockensubstanzgehalt von  $45.3 \pm 7.5$  %. Die Harn- und Kotmengen in g TS/kg LM/d und die dazugehörigen Trockensubstanzgehalte sind in Tabelle 12 dargestellt.

**Tabelle 12:** Durchschnittliche Menge (g TS/kg LM/d) sowie TS-Gehalte (%) von Harn und Kot (n = 11 Tiere)

Harnmenge	Harn-TS	Kotmenge	Kot-TS
$2.0 \pm 0.6$	$11.5 \pm 1.6$	$2.9 \pm 1.4$	$45.3 \pm 7.5$

### 3.5 Scheinbare Verdaulichkeit

Die scheinbare Verdaulichkeit der Nährstoffe nach der Komplettsammelmethode und der Indikatormethode sind in Tabelle 13 dargestellt. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Methoden nachgewiesen werden. Die scheinbare Verdaulichkeit der BE bzw. des Rp nach der Komplettsammelmethode betrug  $90.1 \pm 2.7$  % bzw.  $87.5 \pm 3.2$  %, nach der Indikatormethode  $88.7 \pm 1.0$  % bzw.  $85.7 \pm 1.7$  %.

**Tabelle 13:** Scheinbare Verdaulichkeit der Nährstoffe (%) (n = 11 Tiere)

	Komplettsammelmethode	Indikatormethode
Rp	$87.5 \pm 3.2$	$85.7 \pm 1.7$
Rfa	$54.0 \pm 9.9$	$47.3 \pm 3.8$
Rfe	$97.0 \pm 1.2$	$96.6 \pm 1.0$
NfE	$90.0 \pm 3.1$	$88.7 \pm 1.5$
BE	$90.1 \pm 2.7$	$88.7 \pm 1.0$

### 3.6 Gaswechseldaten

Die Katzen verbrauchten im Durchschnitt  $15.0 \pm 2.4$  L/kg LM/d Sauerstoff und produzierten  $10.4 \pm 0.9$  L/kg LM/d Kohlendioxid (Tab. 14). Der Respirationsquotient (RQ) betrug  $0.7 \pm 0.1$ . Zwischen den beiden Messkammern konnten keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden.

**Tabelle 14:** O<sub>2</sub>-Verbrauch, CO<sub>2</sub>-Produktion und RQ (n = 11 Tiere)

	Einheit	Adult
O <sub>2</sub> -Verbrauch	L/kg LM/d	$14.96 \pm 2.39$
CO <sub>2</sub> -Produktion	L/kg LM/d	$10.37 \pm 0.93$
RQ	L/L	$0.7 \pm 0.1$

### 3.7 Bilanzen

#### 3.7.1 N-Bilanz

Der retinierte Stickstoff betrug  $0.2 \pm 0.2$  g/kg LM/d. Das Verhältnis aus dem retinierten Stickstoff (N<sub>retiniert</sub>) zum über das Futter aufgenommenen Stickstoff (N<sub>Futter</sub>) zeigt die Stickstoffverwertung (k(N)). Die N-Bilanz sowie die N-Verwertung sind in Tabelle 15 aufgeführt.

**Tabelle 15:** N-Bilanz und N-Verwertung (n = 11 Tiere)

	Einheit	Adult
N <sub>Futter</sub>	g/kg LM/d	$1.1 \pm 0.4$
N <sub>Kot</sub>	g/kg LM/d	$0.1 \pm 0.1$
N <sub>Harn</sub>	g/kg LM/d	$0.8 \pm 0.2$
N <sub>retiniert</sub>	g/kg LM/d	$0.2 \pm 0.2$
k(N)	g/g	$0.2 \pm 0.1$

#### 3.7.2 C-Bilanz

Der retinierte Kohlenstoff betrug  $2.9 \pm 2.6$  g/kg LM/d. Die C-Bilanz ist in Tabelle 16 dargestellt. Es konnte keine Methanbildung gemessen werden.

**Tabelle 16:** C-Bilanz (g/kg LM/d) (n = 11 Tiere)

	Adult
C <sub>Futter</sub>	10.0 ± 3.4
C <sub>Kot</sub>	1.1 ± 0.5
C <sub>Harn</sub>	0.5 ± 0.1
C <sub>CO2</sub>	5.6 ± 0.5
C <sub>retiniert</sub>	2.9 ± 2.6

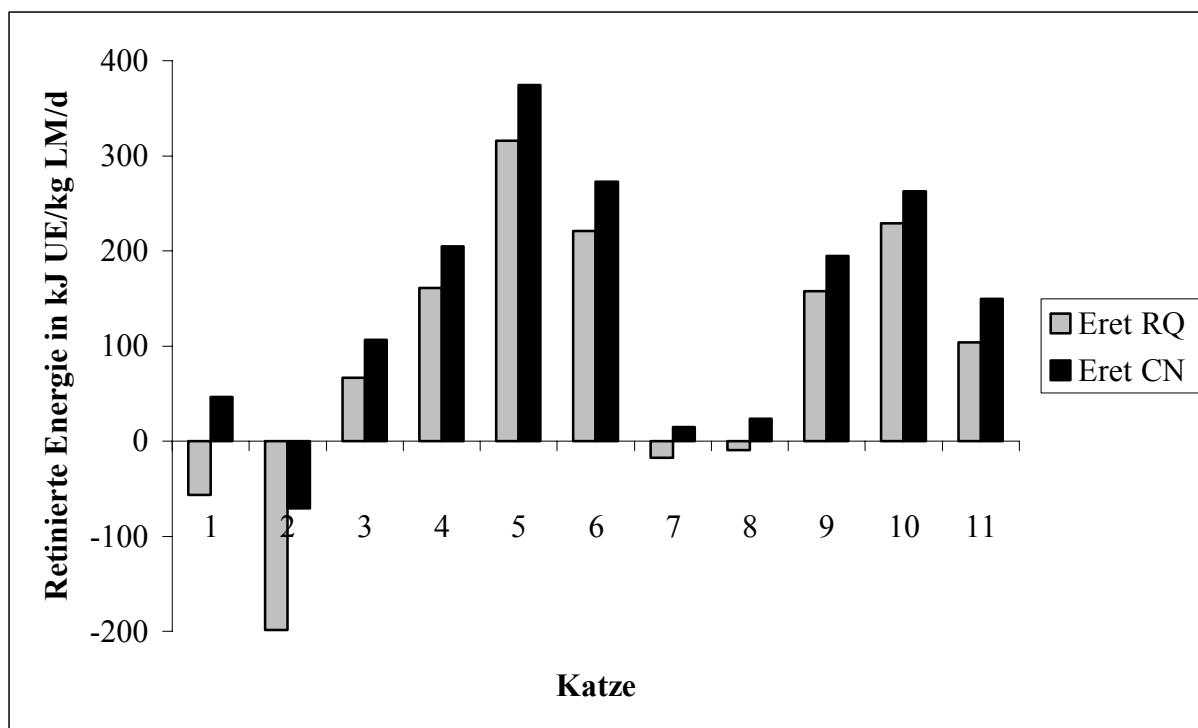
### 3.7.3 Energiebilanz

Die Katzen nahmen durchschnittlich  $442.00 \pm 149.62$  kJ/kg LM/d an Bruttoenergie über das Futter (BE<sub>Futter</sub>) auf. Es gab keine Energieverluste über das Methan. Die nach der RQ- und CN-Methode berechneten Werte für die Energiebilanz (E<sub>ret RQ</sub> und E<sub>ret CN</sub>) waren signifikant unterschiedlich (p = 0.000). Die Energiebilanz ist in Tabelle 17 dargestellt. Abbildung 11 zeigt die retinierte Energie nach der RQ- und der CN-Methode der einzelnen Katzen (Tab. II Anhang).

**Tabelle 17:** Energiebilanz (kJ/kg LM/d) (n = 11 Tiere)

	Adult
BE <sub>Futter</sub>	442.00 ± 149.62
BE <sub>Kot</sub>	44.33 ± 22.23
BE <sub>Harn</sub>	19.73 ± 5.62
Q <sub>RQ</sub>	289.6 ± 40.3
E <sub>ret RQ</sub>	88.35 ± 149.59 <sup>a</sup>
Q <sub>CN</sub>	234.4 ± 24.1
E <sub>ret CN</sub>	143.57 ± 133.45 <sup>b</sup>





(Eret RQ: Energiebilanz berechnet mit der RQ-Methode; Eret CN: Energiebilanz berechnet mit der CN-Methode)

**Abbildung 11:** Retinierte Energie nach der RQ- und der CN-Methode (kJ/kg LM/d) der einzelnen Katzen

### 3.7.4 Umsetzbare Energie und Umsetzbarkeit der Energie

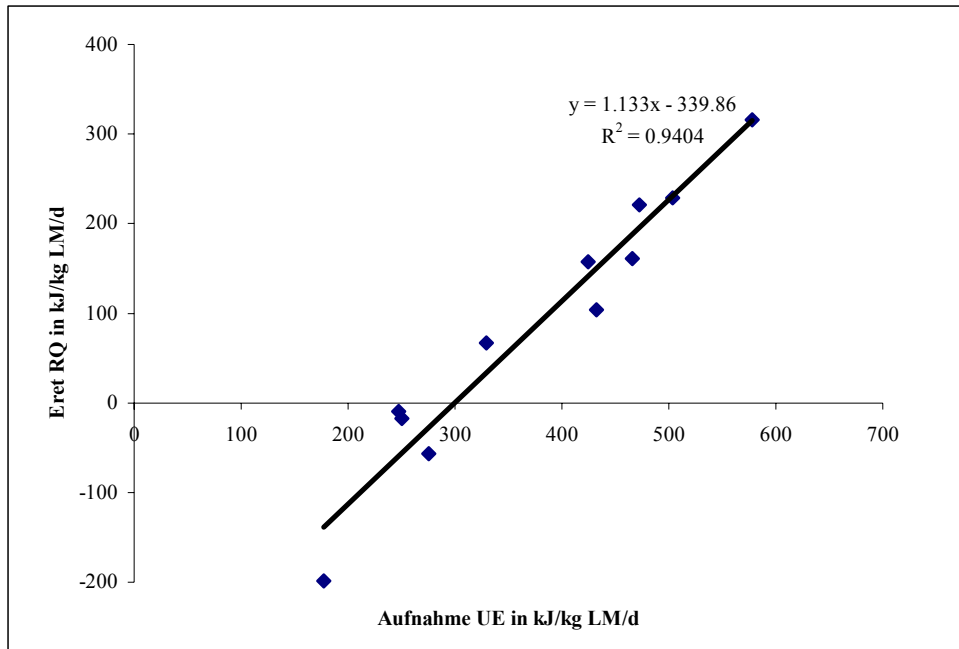
Die Katzen nahmen  $378 \pm 128$  kJ/kg LM/d an umsetzbarer Energie auf. Die Umsetzbarkeit der Energie lag bei  $0.85 \pm 0.03$ . Die Ergebnisse sind in Tabelle 18 aufgeführt.

**Tabelle 18:** Aufnahme an UE und die Umsetzbarkeit der Energie (n = 11 Tiere)

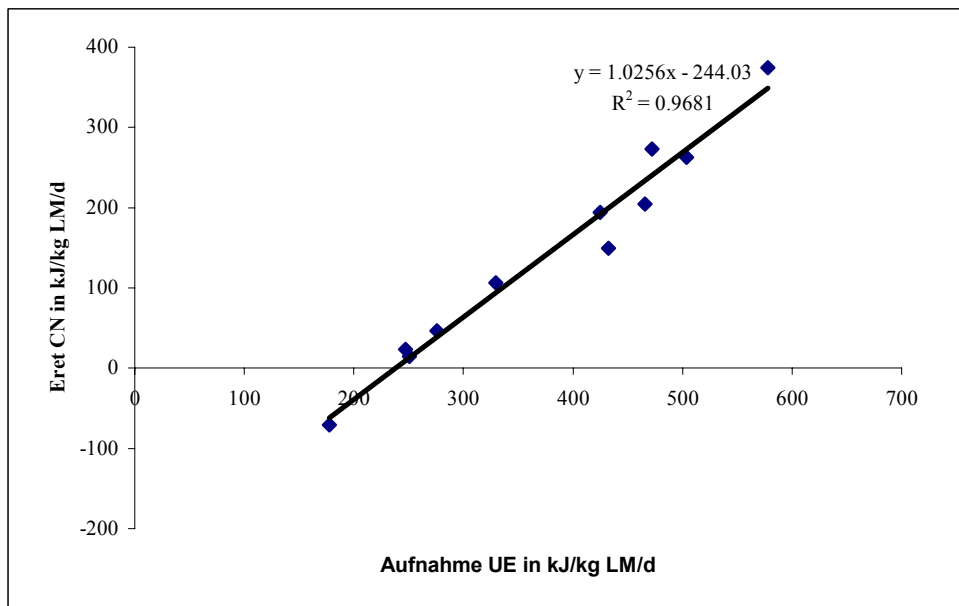
	Einheit	Adult
UE	kJ/kg LM/d	$378 \pm 128$
u(E)	kJ/kJ	$0.85 \pm 0.03$

### 3.7.5 Erhaltungsbedarf an Energie

Der energetische Erhaltungsbedarf der adulten Katzen wurde regressionsanalytisch bestimmt. Während bei der CN-Methode nur die Katze 2 eine negative Energiebilanz aufwies, zeigen die Katzen 1, 2, 7 und 8 bei Anwendung der RQ-Methode eine negative Energieretention (Abb. 11, 12, 13; Tab. II Anhang).



**Abbildung 12:** Ableitung des energetischen Erhaltungsbedarfs der Katzen aus der Beziehung zwischen der Aufnahme an umsetzbarer Energie (UE) und der retinierten Energie berechnet nach der RQ-Methode ( $E_{\text{ret RQ}}$ )



**Abbildung 13:** Ableitung des energetischen Erhaltungsbedarfs der Katzen aus der Beziehung zwischen der Aufnahme an umsetzbarer Energie (UE) und der retinierten Energie berechnet nach der CN-Methode ( $E_{\text{ret CN}}$ )

Der energetische Erhaltungsbedarf lag berechnet nach der RQ-Methode bei 300 kJ UE/kg LM/d ( $R^2 = 0.94$ ), nach der CN-Methode bei 238 kJ UE/kg LM/d ( $R^2 = 0.97$ ) (Tab. 19).

**Tabelle 19:** Durch Regressionsanalyse bestimmter energetischer Erhaltungsbedarf (kJ UE/kg LM/d) (n = 11)

Erhaltungsbedarf	Adult
RQ-Methode	300
CN-Methode	238

### 3.7.6 Energetischer Gesamtwirkungsgrad

Der energetische Gesamtwirkungsgrad (k), berechnet aus dem Verhältnis von retinierter Energie zu umsetzbarer Energie, ist in Tabelle 20 dargestellt. Der energetische Gesamtwirkungsgrad beider Methoden ist signifikant unterschiedlich ( $p \leq 0.01$ ).

**Tabelle 20:** Energetischer Gesamtwirkungsgrad (k) (kJ/kJ) (n = 11 Tiere)

	Adult
$k_{RQ}$	$0.11 \pm 0.47^a$
$k_{CN}$	$0.29 \pm 0.30^b$

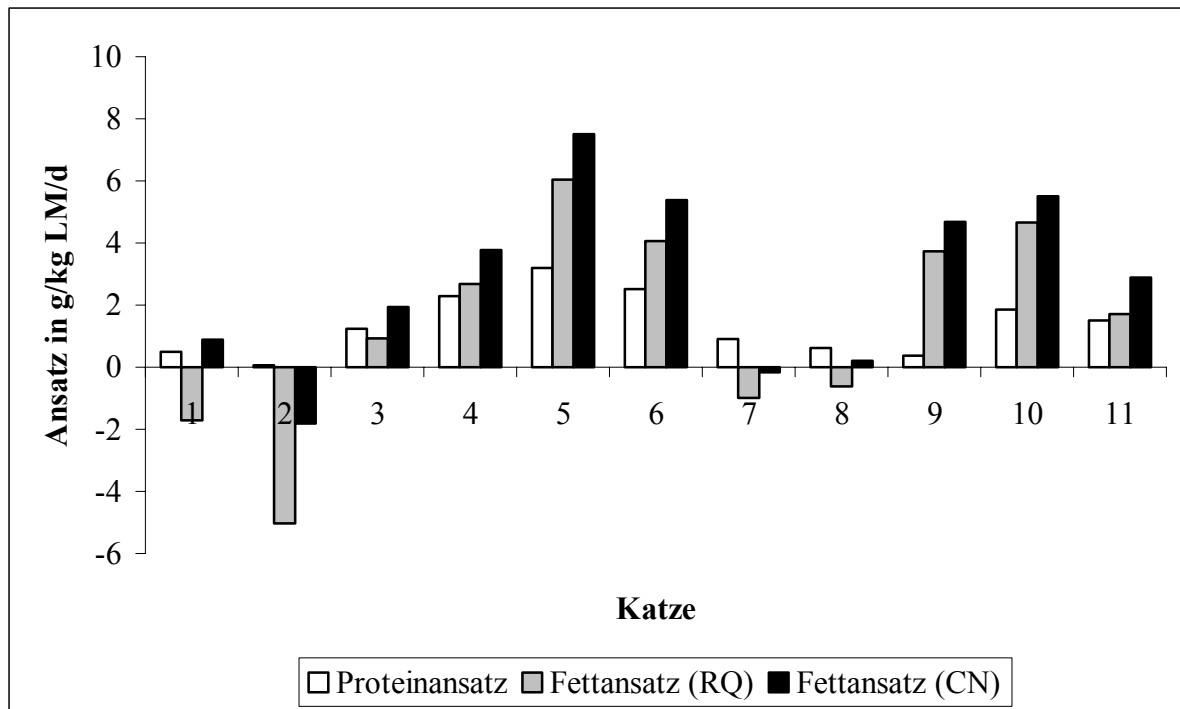
(RQ: Berechnung über die RQ-Methode; CN: Berechnung über die CN-Methode)

### 3.7.7 Protein- und Fettansatz

Der Proteinansatz der adulten Katzen betrug  $1.4 \pm 1.0$  g/kg LM/d. Dieser Wert ist zusammen mit den Daten des Fettansatzes in Tabelle 21 aufgeführt. Der berechnete Fettansatz nach der RQ-Methode ist mit  $1.4 \pm 3.3$  g/kg LM/d signifikant niedriger als der nach der CN-Methode berechnete mit  $2.8 \pm 2.86$  g/kg LM/d ( $p = 0.000$ ). Ebenso sind die retinierte Energie in Form von Fett, der REf (RQ) mit  $55.8 \pm 130.1$  kJ/kg LM/d und der REf (CN) mit  $111.0 \pm 113.5$  kJ/kg LM/d, signifikant unterschiedlich ( $p = 0.000$ ). Die Ergebnisse der einzelnen Katzen sind in Abbildung 14 (Tab. III Anhang) aufgeführt.

**Tabelle 21:** Protein- und Fettansatz (Berechnung mit RQ- und CN-Methode) bzw. retinierte Energie in Form von Protein (REp) und Fett (REf) (n = 11 Tiere)

	Einheit	Adult
Proteinansatz	g/kg LM/d	$1.4 \pm 1.0$
Fettansatz (RQ)	g/kg LM/d	$1.4 \pm 3.3^a$
Fettansatz (CN)	g/kg LM/d	$2.8 \pm 2.86^b$
REp	kJ/kg LM/d	$32.6 \pm 23.9$
REf (RQ)	kJ/kg LM/d	$55.8 \pm 130.1^a$
REf (CN)	kJ/kg LM/d	$111.0 \pm 113.5^b$



(RQ: Berechnung über die RQ-Methode; CN: Berechnung über die CN-Methode)

**Abbildung 14:** Protein- und Fettansatz (g/kg LM/d) der einzelnen Katzen

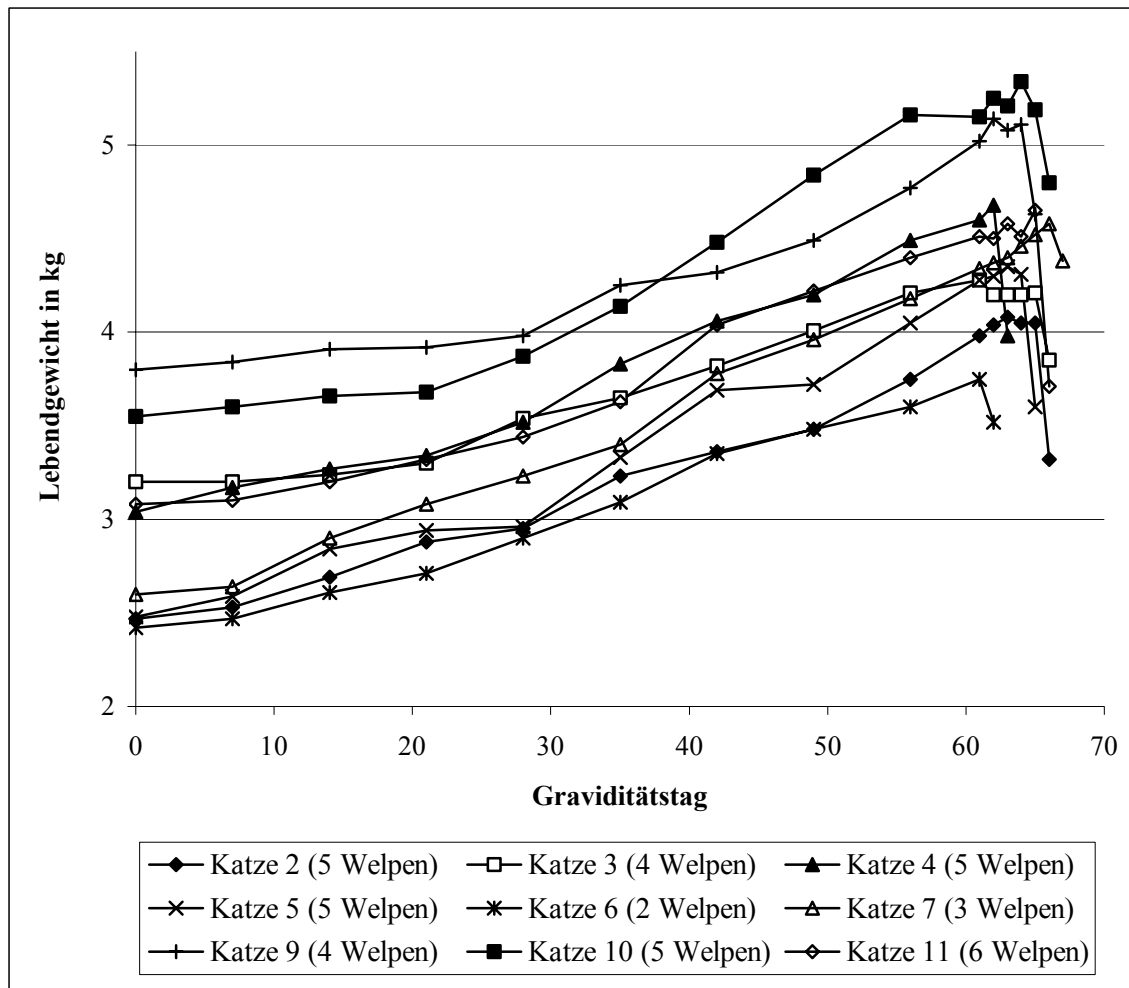
## Teil B : Trächtige Katzen

Von den 11 adulten Katzen konnten nur neun Trächtigkeiten ausgewertet werden. Katze 1 wurde trotz mehrerer Deckversuche nicht trächtig. Katze 8 zeigte im Ultraschall drei gesunde Welpen, geboren wurden jedoch nur zwei. Diese wurden aber durch das Muttertier angenagt, so dass keine exakten Angaben zum Geburtsgewicht mehr möglich waren. Inwieweit eine Resorption oder ein Teilabort stattfanden, konnte nicht geklärt werden. In der vierten Graviditätswoche konnte Katze 9 nicht ausgewertet werden, da sich zu diesem Zeitpunkt Blut im ihrem Harn befand, was jedoch keine weiteren Auswirkungen auf die Gravidität hatte.

## 3.8 Körpermasse

### 3.8.1 Gewichtsentwicklung während der gesamten Gravidität

Die Gesamtzunahme während der Gravidität der 9 Katzen betrug im Mittel  $1.54 \pm 0.29$  kg. Die Katze 3 (4 Welpen) nahm mit 1.01 kg am wenigsten an Gewicht zu, die Katze 7 (3 Welpen) mit 1.98 kg am meisten (Tab. V Anhang). Die Zunahmen der einzelnen Katzen sind in Abbildung 15 dargestellt.



**Abbildung 15:** Gewichtsentwicklung der einzelnen Katzen während der gesamten Gravidität

### 3.8.2 Gewichtsentwicklung während der Messphasen

Am ersten Messtag der vierten Graviditätswoche betrug das Körpergewicht der Katzen  $3.19 \pm 0.31$  kg, am Ende der Messphase  $3.36 \pm 0.28$  kg. Die Katzen 3 und 5 nahmen mit 48 g/d in der vierten Graviditätswoche am meisten zu. Bezogen auf die Wurfgrösse mit 4 Welpen (Katze 3) bzw. 5 Welpen (Katze 5) machte dies 12 bzw. 9.6 g/Welpe/d aus. Katze 6 nahm mit 46 g/d ähnlich an Gewicht zu. Diese Katze gebär 2 Welpen, was eine Zunahme von 23 g/Welpe/d bedeutet. Am wenigsten, sowohl in Bezug auf die tägliche Gewichtszunahme mit 20 g, als auch auf die Anzahl der Welpen ( $n = 6$ ) bezogen, nahm die Katze 11 mit 3.33 g/Welpe/d in der vierten Graviditätswoche zu.

Am ersten Messtag der siebten Graviditätswoche betrug das Körpergewicht der Katzen  $3.9 \pm 0.37$  kg, am Ende der Messphase  $4.03 \pm 0.39$  kg. Die Katze 10 nahm mit 58 g/d in der siebten Graviditätswoche am meisten zu. Bezogen auf die Wurfgrösse mit 5 Welpen machte dies eine

Zunahme von 11.6 g/Welp/d aus. Dahingegen zeigten die Katzen 2 (5 Welpen), 9 (4 Welpen) und 11 (6 Welpen) mit 3.3 g/Welp/d die geringsten Gewichtszunahmen.

Während die Katzen in der vierten Graviditätswoche durchschnittlich  $36 \pm 12$  g/d bzw.  $9.9 \pm 6.5$  g/Welp/d zunahmen, betrug die Gewichtszunahme in der siebten Graviditätswoche  $30 \pm 15$  g/d bzw.  $7.4 \pm 3.8$  g/Welp/d. Die Unterschiede sind nicht signifikant. Die Zunahmen der vierten Graviditätswoche sind jedoch tendenziell grösser als bei den adulten Katzen mit  $23.8 \pm 23.0$  g/d ( $p = 0.057$ ). Die Gewichtszunahmen der einzelnen Katzen sind in Tabelle 22 dargestellt.

**Tabelle 22:** Gewichtszunahmen der Katzen während der 4. und 7. Graviditätswoche

Katze	2	3	4	5	6	7	9	10	11
<b>2 Anzahl der Welpen</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Zunahme 4. Graviditätswoche in g/d	25	48	36	48	46	42.5	-	24	20
Zunahme 4. Graviditätswoche in g/Welp/d	5	12	7.2	9.6	23	14.2	-	4.8	3.3
Zunahme 7. Graviditätswoche in g/d	16.7	48	30	26	20	34	13.3	58	20
Zunahme 7. Graviditätswoche in g/Welp/d	3.3	12	6	5.2	10	11.3	3.3	11.6	3.3

### 3.9 Futterverzehr und Akzeptanz

Der Futterverzehr in der vierten Graviditätswoche lag bei  $19.6 \pm 2.9$  g TS/kg LM/d, der in der siebten Graviditätswoche bei  $19.2 \pm 2.2$  g TS/kg LM/d. Es konnten keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden. In Tabelle 23 ist die Futteraufnahme in g TS/kg LM/d der einzelnen Katzen dargestellt.

**Tabelle 23:** Täglicher Futterverzehr der Katzen (g TS/kg LM/d) in der 4. und 7. Graviditätswoche

Katze	2	3	4	5	6	7	9	10	11
4. Graviditätswoche	18.5 $\pm 3.6$	17.1 $\pm 6.9$	22 $\pm 5.3$	21 $\pm 9.9$	21.8 $\pm 5.2$	18.5 $\pm 7.1$	-	14.8 $\pm 5.0$	23.1 $\pm 1.9$
7. Graviditätswoche	20.7 $\pm 4.1$	16.5 $\pm 6.7$	18.8 $\pm 1.2$	16.3 $\pm 8.6$	18.3 $\pm 2.7$	19.7 $\pm 1.8$	19.1 $\pm 3.6$	23.8 $\pm 2.3$	19.2 $\pm 3.2$

### 3.10 Harn- und Kotabsatz

Die Harnmenge in der vierten Graviditätswoche betrug  $1.8 \pm 0.3$  g TS/kg LM/d. Der Trockensubstanzgehalt des Harns war  $11.4 \pm 1.1$  %. In der siebten Graviditätswoche wurde eine durchschnittliche Harnmenge von  $1.8 \pm 0.2$  g TS/kg LM/d (TS-Gehalt  $10.5 \pm 2.0$  %) ermittelt.

Sowohl die tägliche Menge des Kotes, als auch dessen Konsistenz unterlagen Schwankungen. Die Kotmenge in der vierten Graviditätswoche betrug  $3.0 \pm 0.6$  g TS/kg LM/d (TS-Gehalt  $40.1 \pm 4.1$  %). In der siebten Graviditätswoche wurde eine Kotmenge von  $3.1 \pm 0.8$  g TS/kg LM/d (TS-Gehalt  $36.2 \pm 3.9$  %) festgestellt. Beim Vergleich der drei Messphasen untereinander wurde in der siebten Graviditätswoche eine signifikant niedrigere Kot-TS nachgewiesen als in der Messphase der adulten Katzen ( $p = 0.006$ ). Die Harn- und Kotmengen in g TS/kg LM/d und die dazugehörigen Trockensubstanzgehalte sind in Tabelle 24 dargestellt.

**Tabelle 24:** Harn- und Kotmenge (g TS/kg LM/d) und TS-Gehalte (%) während der 4. ( $n = 8$ ) und 7. ( $n = 9$ ) Graviditätswoche

	Harnmenge	Harn-TS	Kotmenge	Kot-TS
4. Graviditätswoche	$1.8 \pm 0.3$	$11.4 \pm 1.1$	$3.0 \pm 0.6$	$40.1 \pm 4.1$
7. Graviditätswoche	$1.8 \pm 0.2$	$10.5 \pm 2.0$	$3.1 \pm 0.8$	$36.2 \pm 3.9$

### 3.11 Scheinbare Verdaulichkeit

Die scheinbare Verdaulichkeit der Nährstoffe nach der Komplettsammelmethode und der Indikatormethode für die vierte und siebte Graviditätswoche sind in Tabelle 25 dargestellt. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Methoden nachgewiesen werden. Beim Vergleich der verschiedenen Messphasen waren die Werte der Verdaulichkeit der NfE bei beiden Methoden sowohl zwischen der 4. und 7. Graviditätswoche (beide Methoden:  $p = 0.034$ ), als auch zwischen den adulten Katzen und der 7. Graviditätswoche (Indikatormethode:  $p = 0.007$ ; Komplettsammelmethode:  $p = 0.023$ ) signifikant unterschiedlich.

**Tabelle 25:** Scheinbare Verdaulichkeit der Nährstoffe (%) während der 4. (n = 8) und 7. (n = 9) Graviditätswoche

		Komplettsammelmethode	Indikatormethode
4. Graviditätswoche	Rp	86.8 ± 2.5	85.4 ± 2.4
	Rfa	51.4 ± 7.0	46.2 ± 4.4
	Rfe	96.5 ± 1.1	96.1 ± 0.9
	NfE	89.5 ± 1.5 <sup>a</sup>	88.3 ± 1.3 <sup>a</sup>
	BE	89.4 ± 1.7	88.3 ± 1.4
7. Graviditätswoche	Rp	85.8 ± 3.7	84.6 ± 2.2
	Rfa	51.7 ± 10.7	46.7 ± 5.1
	Rfe	96.0 ± 1.3	95.6 ± 1.1
	NfE	87.9 ± 2.8 <sup>b</sup>	86.7 ± 1.6 <sup>b</sup>
	BE	88.4 ± 2.7	87.3 ± 1.4

### 3.12 Gaswechseldaten

Die Katzen verbrauchten in der vierten bzw. siebten Graviditätswoche im Durchschnitt  $14 \pm 1.7$  L O<sub>2</sub>/kg LM/d bzw.  $14.1 \pm 2.8$  L O<sub>2</sub>/kg LM/d und produzierten  $10.5 \pm 1.2$  L CO<sub>2</sub>/kg LM/d bzw.  $10.1 \pm 1.3$  L CO<sub>2</sub>/kg LM/d (Tab. 26). Der RQ betrug  $0.75 \pm 0.04$  bzw.  $0.73 \pm 0.07$ . Auch während der Graviditätsmessungen konnten zwischen den beiden Messkammern keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden. Die Gaswechseldaten zeigten zwischen allen drei Messphasen keine signifikanten Unterschiede.

**Tabelle 26:** O<sub>2</sub>-Verbrauch, CO<sub>2</sub>-Produktion und RQ in der 4. (n = 8) und 7. (n = 9) Graviditätswoche

	Einheit	4. Graviditätswoche	7. Graviditätswoche
O <sub>2</sub> -Verbrauch	L/kg LM/d	$14 \pm 1.7$	$14.1 \pm 2.8$
CO <sub>2</sub> -Produktion	L/kg LM/d	$10.5 \pm 1.2$	$10.1 \pm 1.3$
RQ	L/L	$0.75 \pm 0.04$	$0.73 \pm 0.07$

### 3.13 Bilanzen

Als Bezugsgewicht für die Bilanzen während der Gravidität wurde das Gewicht des ersten Messtages genommen.



### 3.13.1 N-Bilanz

Der retinierte Stickstoff betrug sowohl in der vierten, als auch in der siebten Graviditätswoche  $0.3 \pm 0.1$  g/kg LM/d. Somit konnten weder signifikante Unterschiede zwischen der vierten und siebten Graviditätswoche nachgewiesen werden, noch im Vergleich zu den adulten Katzen. Die N-Bilanzen und die N-Verwertung sind in Tabelle 27 aufgeführt.

**Tabelle 27:** N-Bilanz und N-Verwertung in der 4. (n = 8) und 7. (n = 9) Graviditätswoche

	Einheit	4. Graviditätswoche	7. Graviditätswoche
N <sub>Futter</sub>	g/kg LM/d	$1.1 \pm 0.2$	$1.1 \pm 0.1$
N <sub>Kot</sub>	g/kg LM/d	$0.1 \pm 0.0$	$0.2 \pm 0.1$
N <sub>Harn</sub>	g/kg LM/d	$0.7 \pm 0.1$	$0.7 \pm 0.1$
N <sub>retiniert</sub>	g/kg LM/d	$0.3 \pm 0.1$	$0.3 \pm 0.1$
k(N)	g/g	$0.3 \pm 0.1$	$0.2 \pm 0.1$

### 3.13.2 C-Bilanz

Der retinierte Kohlenstoff in der vierten und siebten Graviditätswoche betrug  $3.0 \pm 0.8$  g/kg LM/d und  $2.7 \pm 1.4$  g/kg LM/d. Es konnten weder signifikante Unterschiede zwischen der vierten und siebten Graviditätswoche nachgewiesen werden, noch im Vergleich zu den adulten Katzen. Die C-Bilanzen sind in Tabelle 28 dargestellt. Zu keiner Zeit konnte eine Methanbildung gemessen werden.

**Tabelle 28:** C-Bilanz (g/kg LM/d) in der 4. (n = 8) und 7. (n = 9) Graviditätswoche

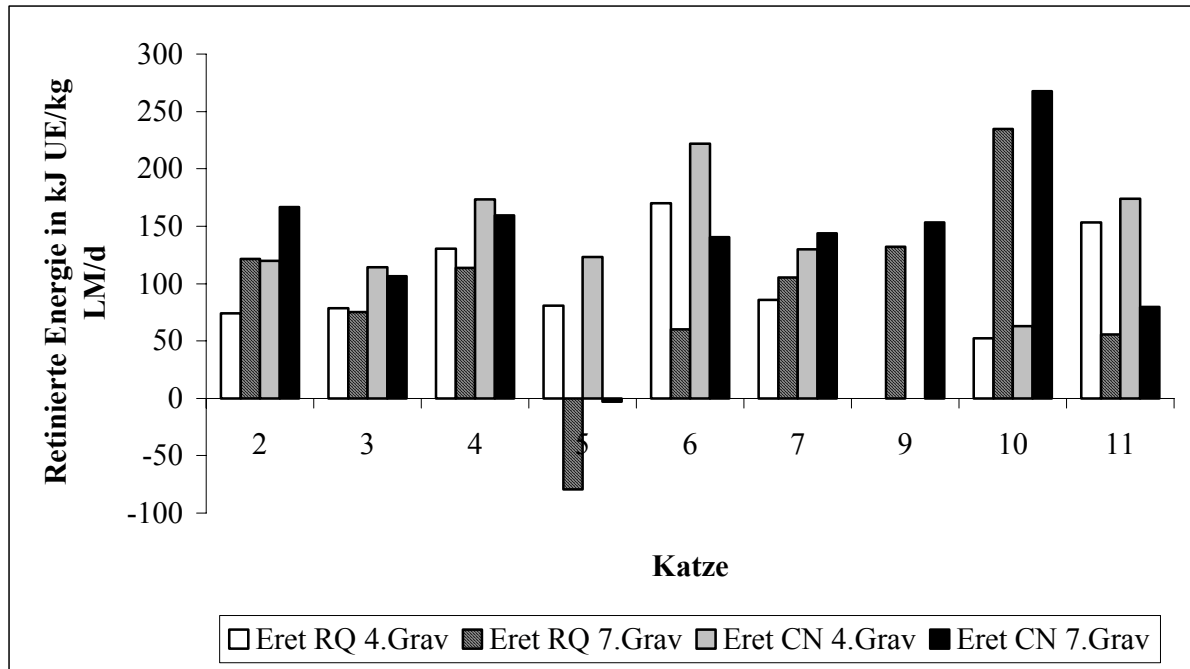
	4. Graviditätswoche	7. Graviditätswoche
C <sub>Futter</sub>	$10.0 \pm 1.5$	$9.8 \pm 1.1$
C <sub>Kot</sub>	$1.1 \pm 0.2$	$1.2 \pm 0.3$
C <sub>Harn</sub>	$0.5 \pm 0.1$	$0.5 \pm 0.1$
C <sub>CO2</sub>	$5.6 \pm 0.6$	$5.4 \pm 0.7$
C <sub>retiniert</sub>	$3.0 \pm 0.8$	$2.7 \pm 1.4$

### 3.13.3 Energiebilanz

Die Katzen nahmen in der vierten Graviditätswoche  $443.3 \pm 64.5$  kJ/kg LM/d an  $BE_{\text{Futter}}$  auf. In der siebten Graviditätswoche wurde eine Aufnahme von  $433.1 \pm 50.7$  kJ/kg LM/d gemessen. Da kein Methan gebildet wurde, ging darüber keine Energie verloren. Die retinierte Energie berechnet nach den verschiedenen Methoden ( $E_{\text{ret RQ}}$  und  $E_{\text{ret CN}}$ ) war sowohl in der vierten ( $p = 0.000$ ), als auch in der siebten Graviditätswoche ( $p = 0.000$ ) signifikant unterschiedlich. Zwischen den drei Messphasen untereinander konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden. Die Energiebilanzen der vierten und siebten Graviditätswoche sind in Tabelle 29 dargestellt. Abbildung 16 zeigt die retinierte Energie nach der RQ- und der CN-Methode der einzelnen Katzen (Tab. VI und VII Anhang).

**Tabelle 29:** Energiebilanz (kJ/kg LM/d) in der 4. und 7. Graviditätswoche ( $n = 8$  (4. Graviditätswoche) bzw.  $n = 9$  (7. Graviditätswoche))

	4. Graviditätswoche	7. Graviditätswoche
$BE_{\text{Futter}}$	$443.3 \pm 64.5$	$433.1 \pm 50.7$
$BE_{\text{Kot}}$	$46.8 \pm 10.3$	$50.2 \pm 13.9$
$BE_{\text{Harn}}$	$18.3 \pm 3.1$	$17.4 \pm 1.8$
$Q_{\text{RQ}}$	$275.1 \pm 32.6$	$274.6 \pm 51.3$
$E_{\text{ret RQ}}$	$103.2 \pm 42.3^a$	$91.0 \pm 83.3^a$
$Q_{\text{CN}}$	$238.4 \pm 27.8$	$230.5 \pm 40.2$
$E_{\text{ret CN}}$	$139.9 \pm 48.3^b$	$135.1 \pm 72.9^b$



(Eret RQ: Energiebilanz berechnet mit der RQ-Methode; Eret CN: Energiebilanz berechnet mit der CN-Methode)

**Abbildung 16:** Retinierte Energie nach der RQ- und der CN-Methode (kJ UE/kg LM/d) der einzelnen Katzen in der 4. und 7. Graviditätswoche (4./7. Grav)

### 3.13.4 Umsetzbare Energie und Umsetzbarkeit der Energie

Die Katzen nahmen in der vierten Graviditätswoche  $378.25 \pm 56.75$  kJ UE/kg LM/d an umsetzbarer Energie auf, in der siebten Graviditätswoche  $365.54 \pm 43.81$  kJ UE/kg LM/d. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der vierten und siebten Graviditätswoche nachgewiesen werden. Die Ergebnisse sind zusammen mit den Werten der Umsetzbarkeit der Energie in Tabelle 30 aufgeführt.

**Tabelle 30:** Umsetzbare Energie und Umsetzbarkeit der Energie in der 4. (n = 8) und 7. (n = 9) Graviditätswoche

	Einheit	4. Graviditätswoche	7. Graviditätswoche
UE	kJ/kg LM/d	$378.25 \pm 56.75$	$365.54 \pm 43.81$
u(E)	kJ/kJ	$0.85 \pm 0.02$	$0.84 \pm 0.03$

### 3.13.5 Energetischer Gesamtwirkungsgrad

Der energetische Gesamtwirkungsgrad (k), berechnet aus dem Verhältnis von  $E_{\text{ret}}$  zu UE, ist in Tabelle 31 dargestellt. Der energetische Gesamtwirkungsgrad beider Methoden ist signifikant unterschiedlich (4. Graviditätswoche:  $p = 0.000$ ; 7. Graviditätswoche:  $p = 0.001$ ).

Zwischen der vierten und der siebten Graviditätswoche konnten keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden.

**Tabelle 31:** Energetischer Gesamtwirkungsgrad (k) (kJ/kJ) in der 4. (n = 8) und 7. (n = 9) Graviditätswoche

	4. Graviditätswoche	7. Graviditätswoche
$k_{RQ}$	$0.27 \pm 0.08^a$	$0.23 \pm 0.21^a$
$k_{CN}$	$0.36 \pm 0.08^b$	$0.36 \pm 0.17^b$

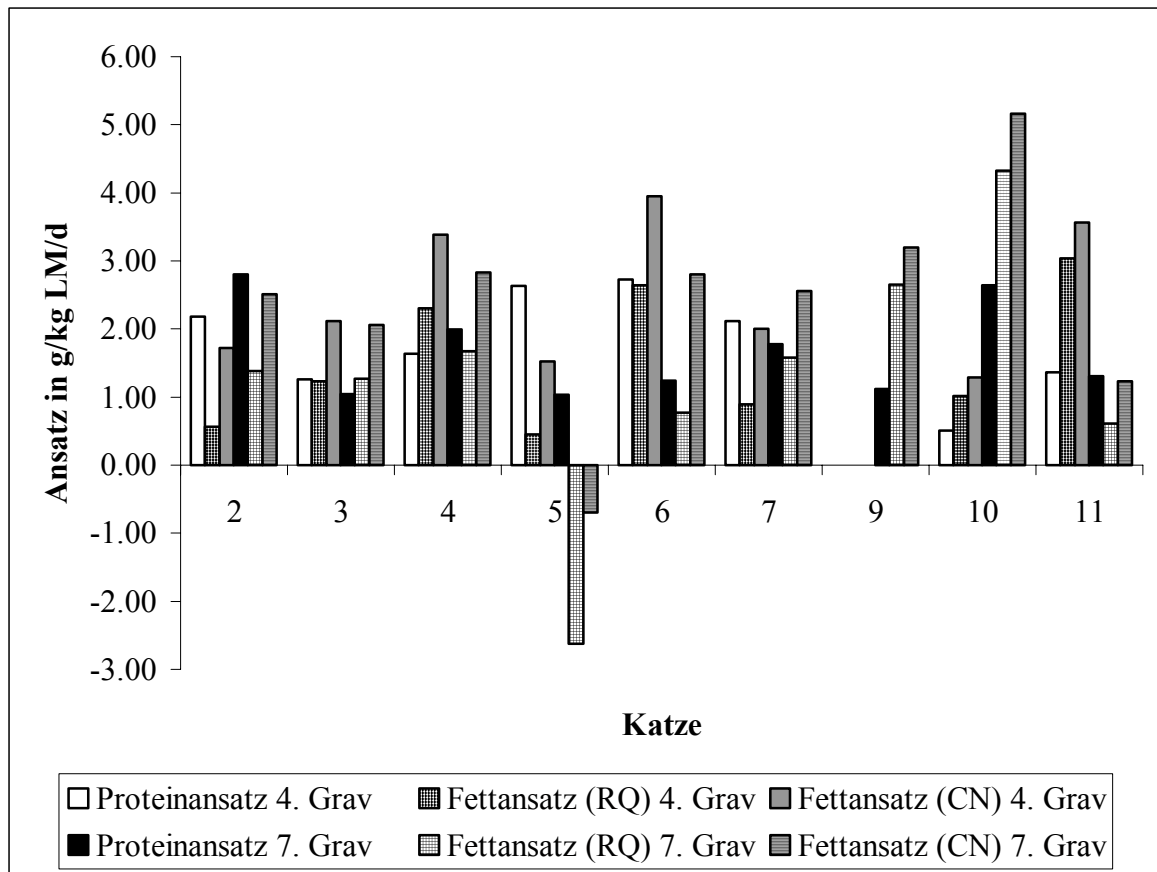
(RQ: Berechnung über die RQ-Methode; CN: Berechnung über die CN-Methode)

### 3.13.6 Protein- und Fettansatz

Der Proteinansatz der Katzen in der vierten und siebten Graviditätswoche betrug  $1.8 \pm 0.8$  g/kg LM/d und  $1.7 \pm 0.7$  g/kg LM/d. Die Werte sind zusammen mit den Daten des Fettansatzes in Tabelle 32 aufgeführt. Die drei Messphasen unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Beim Vergleich der verschiedenen Berechnungsmethoden des Fettansatzes sind signifikante Unterschiede deutlich. In der vierten und siebten Graviditätswoche ist der Fettansatz berechnet nach der RQ-Methode signifikant niedriger als der nach der CN-Methode berechnete (beide Messphasen:  $p = 0.000$ ). Ebenso sind die retinierte Energie in Form von Fett, der REf RQ und der REf CN, sowohl in der vierten, als auch in der siebten Graviditätswoche signifikant unterschiedlich (beide Messphasen:  $p = 0.000$ ). Die Ergebnisse der einzelnen Katzen sind in Abbildung 17 aufgeführt (Tab. VIII und IX Anhang).

**Tabelle 32:** Protein- und Fettansatz (Berechnung mit RQ- und CN-Methode) bzw. retinierte Energie in Form von Protein (REp) und Fett (REf) in der 4. (n = 8) und 7. (n = 9) Graviditätswoche

	Einheit	4. Graviditätswoche	7. Graviditätswoche
Proteinansatz	g/kg LM/d	$1.8 \pm 0.8$	$1.7 \pm 0.7$
Fettansatz (RQ)	g/kg LM/d	$1.5 \pm 1.0^a$	$1.3 \pm 1.9^a$
Fettansatz (CN)	g/kg LM/d	$2.4 \pm 1.0^b$	$2.4 \pm 1.6^b$
REp	kJ/kg LM/d	$42.9 \pm 17.9$	$39.6 \pm 16.3$
REf (RQ)	kJ/kg LM/d	$60.3 \pm 39.6^a$	$51.4 \pm 73.4^a$
REf (CN)	kJ/kg LM/d	$97.0 \pm 40.9^b$	$95.5 \pm 62.3^b$



(RQ: Berechnung über die RQ-Methode; CN: Berechnung über die CN-Methode)

**Abbildung 17:** Protein- und Fettansatz (g/kg LM/d) der einzelnen Katzen in der 4. und 7. Graviditätswoche (4./7. Grav.)

### 3.14 Graviditätsdauer, Wurfgrösse und Geburtsgewichte

#### 3.14.1 Graviditätsdauer

Die neun Katzen hatten eine durchschnittliche Graviditätsdauer von  $65.1 \pm 1.6$  Tagen. Katze 2 zeigte mit 62 Tagen die kürzeste Trächtigkeitsdauer, Katze 7 mit 67 Tagen die längste (Tab. 5 Anhang). Der Verlust an Körpergewicht durch die Geburt, berechnet durch Wiegen des Muttertieres vor und nach dem Geburtsvorgang, betrug  $553 \pm 234$  g. Dies entspricht einem durchschnittlichen Gewichtsverlust von  $12.3 \pm 5.2$  %.

#### 3.14.2 Wurfgrösse und Geburtsgewichte

Bei einer durchschnittlichen Wurfgrösse von  $4.33 \pm 1.22$  Welpen pro Wurf betrug das mittlere Welpengewicht  $105.4 \pm 22.9$  g. Die weiblichen Welpen wogen  $107.7 \pm 23.2$  g ( $n = 19$ ), die männlichen  $103.2 \pm 23.1$  g ( $n = 20$ ). Die Unterschiede waren nicht signifikant.

## **4. Diskussion**

### **4.1 Kritik zu den Methoden**

#### **4.1.1 Versuchstiere**

Die Versuchskatzen waren hinsichtlich Alter, Geschlecht und Rasse sehr homogen. Eine Beeinflussung des Stoffwechsels und somit der Resultate durch diese Faktoren kann weitestgehend ausgeschlossen werden. Da nur neun Graviditäten ausgewertet wurden, können sich individuelle Schwankungen stärker auswirken. Die sehr unterschiedlichen Wurfgrößen verhinderten eine Einordnung der Katzen in Gruppen bezüglich der Welpenanzahl, was den Vergleich der Graviditätswochen und die statistische Auswertung schwieriger gestaltete. Aus diesem Grund werden die Ergebnisse zum Teil am Einzeltier diskutiert.

#### **4.1.2 Material und Methoden**

Dem durch Regressionsanalyse bestimmten Erhaltungsbedarf adulter Katzen (Alter:  $1.3 \pm 0.3$  Jahre) wurde eine relativ kurze Messphase von vier Tagen zugrunde gelegt. Da die Versuchstiere innerhalb dieser Tage aber keine Anzeichen für Stress zeigten und gesund waren, können die Ergebnisse als repräsentativ gewertet werden.

Die Messphasen der Gravidität sollten sowohl die erste als auch die zweite Hälfte der Trächtigkeit abdecken. Da vor der dritten Trächtigkeitswoche keine eindeutige Ultraschalldiagnose möglich war, wurde als zweite Messphase die vierte Trächtigkeitswoche gewählt. Die dritte Messphase fiel auf die siebte Graviditätswoche, um eine Geburt in der Respirationskammer auszuschliessen.

##### **4.1.2.1 Respirationsanlage**

HAUSSCHILD (1993) untersuchte den Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Wärmeproduktion und den Nüchternumsatz bei Katzen von drei verschiedenen Rassen. Ihre regressionsanalytische Auswertung ergab bei gefütterten Katzen eine obere kritische Grenztemperatur (OGT) von  $22.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Die OGT ist die Temperatur, bei der die Wärmeproduktion einen Minimalwert einnimmt, d.h. keine zusätzliche Energie für die Regulierung der Körpertemperatur aufgebracht werden muss. Die durch Regressionsanalyse bestimmte OGT ähnelte dabei der in ihren Versuchen ermittelten geringsten Wärmeproduktion bei  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

In den eigenen Versuchen betrug die durchschnittliche Temperatur in den Respirationskammern  $20.5 \pm 1.0$  °C. Dies ermöglichte somit eine Messung nahe der von HAUSSCHILD (1993) beschriebenen oberen kritischen Grenztemperatur. Dadurch konnte eine Erhöhung der Wärmeproduktion durch Hitze- oder Kältestress weitestgehend vermieden werden.

Obwohl der Unterdruck in den Kammern täglich kontrolliert wurde, können Fehler bei der Messung der Gaswechseldaten durch kleinere Undichtigkeiten in den Kammern nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Da die Daten des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlendioxidproduktion der verschiedenen Katzen innerhalb der einzelnen Messphasen, aber auch zwischen den drei Messphasen sehr gleichmässig waren und auch zwischen den Kammern keine signifikanten Unterschiede auftraten, können grössere Fehler ausgeschlossen werden. Hinzu kommt, dass die Daten von LÄUGER (2001), die für ihre Versuche die gleichen Respirationskammern benutzte, insbesondere jedoch der von ihr berechnete Erhaltungsbedarfs mit 226.4 kJ UE/kg LM/d, sehr gut mit den eigenen Werten übereinstimmen, obwohl es sich bei ihren Tieren um ca. 5 kg schwere Kater handelte. Daher kann auf eine gute Wiederholbarkeit der Versuche mit Hilfe der Respirationsanlage der ETH Zürich geschlossen werden.

#### **4.1.2.2 Katzentoilette**

Die speziell für diesen Versuch konstruierte Katzentoilette wurde von allen Versuchstieren gut angenommen, da sie das natürliche Verhalten bezüglich des Harn- und Kotabsatzes der Katze nicht einschränkte. Harn und Kot konnten gut getrennt gesammelt werden. Bei normaler Kotkonsistenz liess sich die Kunststoffeinstreu problemlos mit Pinzetten entfernen, bei verminderter Konsistenz war das Entfernen des Granulats mitunter sehr zeitaufwendig und mit geringen Verlusten verbunden. Da keine signifikanten Unterschiede bei dem Vergleich der Verdaulichkeiten nach der Komplettsammelmethode und der Indikatormethode auftraten, kann davon ausgegangen werden, dass die Verluste nur sehr geringe Verfälschungen der Ergebnisse hervorriefen.

Da der Harn nur eisgekühlt wurde und auf Stabilisatoren wie Thymol-Isopropanol verzichtet wurde, können geringgradige Ammoniakverluste und somit eine geringfügige Überschätzung der Stickstoffbilanz nicht ganz ausgeschlossen werden. Die durchgeführten Vorversuche liessen aber die Schlussfolgerung zu, dass die Verluste ohne Zugabe von Stabilisatoren bei ausreichender Kühlung nur sehr gering ausfallen (Kap. 2.7.4). Auch blieben ganz geringfügige Mengen Harn durch die Adhäsionskräfte an dem Plastikgranulat hängen, was jedoch laut STIEFEL (1999) nur einen Anteil von 1 - 2 % ausmacht und damit keine grossen Fehler verursacht.

#### **4.1.2.3 Fütterung**

Bei jungen Katzen ( $3.0 \pm 0.9$  Jahre) dauert die Nahrungspassage durch den Verdauungstrakt  $26.46 \pm 5.8$  Stunden (PEACHEY et al., 2000). Da die Adaptationsphase an das Futter sieben Tage betrug, können Chymusreste von anderem Futter, welche die Resultate des Versuches beeinflussen könnten, vollkommen ausgeschlossen werden.

Während der drei Messphasen stand den Katzen immer dasselbe Futter ad libitum zur Verfügung. Da die empfohlenen Gehalte an Rohnährstoffen in den Futtermitteln von graviden und wachsenden Katzen nahezu identisch sind (LEWIS et al., 1990, KIRK et al., 2000), wurde Biomill-Kitten® Futter gefüttert, um eine ausreichende Versorgung der graviden Katzen sicher zu stellen. Die Energiedichte des Futters von 19.2 kJ UE/g TS entsprach den Empfehlungen für gravide Katzen von KIRK et al. (2000) mit Werten von 17 - 21 kJ UE/g TS. Eine Verabreichung von Futtermitteln mit hoher Energiedichte ist hilfreich zur Deckung des Energiebedarfs trächtiger Katzen, insbesondere in der späten Trächtigkeit, wenn die Aufnahmekapazität des Magens durch den graviden Uterus eingeschränkt ist (KIRK et al., 2000).

Die Empfehlungen der Energiedichte für junge bis mittelalte (1 - 7 Jahre) adulte Katzen liegen bei 16.7 - 20.9 kJ UE/g TS (KIRK et al., 2000). Die Energiedichte des eigenen Futters entspricht diesen Empfehlungen. Die adulten Katzen erhielten das Trockenfutter ad libitum zugeteilt, da der Erhaltungsbedarf bei Gewichtskonstanz ermittelt werden sollte. Weil die hierfür benötigte Menge an Futter unbekannt war und die Respirationskammern über 22.5 Stunden geschlossen blieben, wurde das Futter folglich ad libitum angeboten. Hiermit nahmen einige Katzen jedoch zu, was für eine über dem Erhaltungsbedarf liegende Energieaufnahme spricht. Ein Wechsel des Futters innerhalb der verschiedenen Messphasen sollte jedoch vermieden werden, um die Daten der adulten Katzen besser mit denen in der Gravidität vergleichen zu können.

## **4.2 Körpermasse**

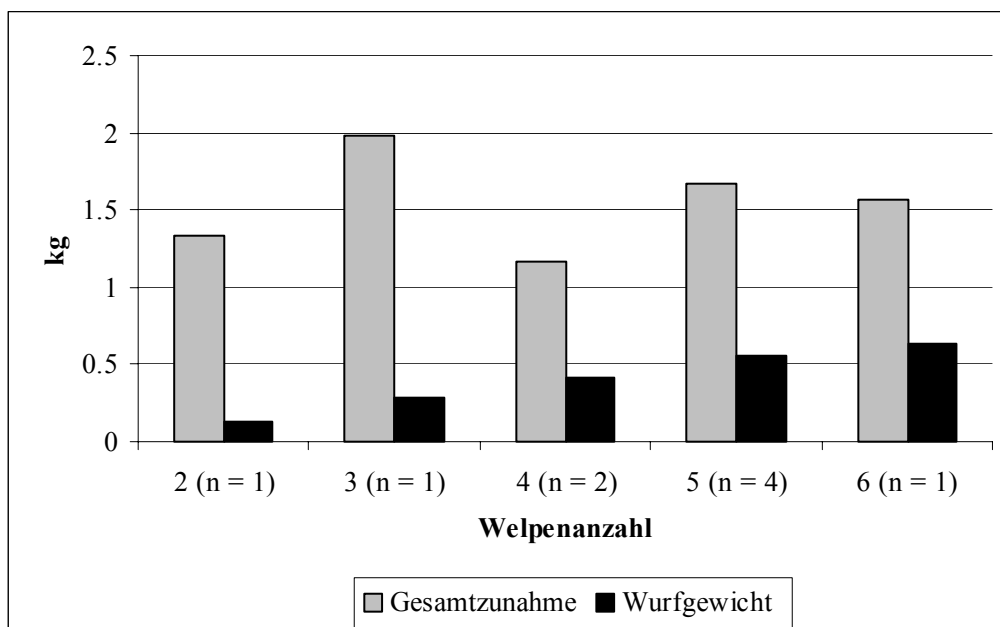
### **4.2.1 Gewichtsentwicklung während der gesamten Gravidität**

Die Katzen nahmen während der Gravidität kontinuierlich an Gewicht zu. Schon eine Woche nach dem Deckakt konnten erste Gewichtszunahmen beobachtet werden (Abb. 15). Die Ergebnisse entsprechen somit den Beobachtungen von LOVERIDGE (1986) und LEWIS et al. (1990) einer schon zu Beginn der Trächtigkeit stattfindenden Gewichtszunahme, während es bei der Hündin erst im letzten Drittel der Trächtigkeit zu einem merklichen Anstieg des Gewichtes kommt (HOLME, 1982; KRONFELD, 1982; LEWIS et al., 1990).



Mit einer Gesamtzunahme während der Gravidität von  $1.5 \pm 0.3$  kg nahmen die Katzen ca. 50 % ihres Ausgangsgewichtes zu. Dies entspricht den Angaben von KAMPHUES et al. (2004), die ein Gewicht am Ende der Gravidität von 150 % des Normalgewichtes empfehlen, um die in der folgenden Laktation entstehenden Gewichtsverluste auszugleichen. Dahingegen beobachtete KRONFELD (1982) eine Gewichtszunahme während der Gravidität von lediglich 25 %. In der fünfjährigen Studie von LOVERIDGE (1986) an insgesamt 160 Katzen nahmen die Versuchstiere im Laufe der Gravidität 1.3 kg zu, was einer Gewichtserhöhung von 40 % entsprach. Er fand heraus, dass sich die Zunahme des Muttertieres für jeden zusätzlichen Welpen um 121 g erhöhte. In den eigenen Versuchen konnte kein Zusammenhang zwischen der Zunahme des Muttertieres und der Welpenanzahl beobachtet werden (Abb. 18).

Beim Betrachten der Einzelkatzen fällt auf, dass die Katze 3 mit vier Welpen mit 1.01 kg am wenigsten an Gewicht zunahm, die Katze 7 mit 3 Welpen mit 1.98 kg am meisten (Tab. V Anhang). Es ist jedoch davon auszugehen, dass LOVERIDGE (1986) bei 160 untersuchten Katzen aussagekräftigere Ergebnisse in Bezug auf die durchschnittlichen Zunahmen erhielt, da individuelle Schwankungen bei der grösseren Anzahl an Versuchstieren nicht so sehr ins Gewicht fielen. Auch konnte kein Zusammenhang zwischen der Gesamtzunahme und dem Wurfgewicht nachgewiesen werden. Aus Abbildung 18 geht hervor, dass trotz höherem Wurfgewicht die Zunahmen der Katzen mit 4 Welpen geringer waren, als die der Katzen mit 2 und 3 Welpen. Da jedoch lediglich neun Graviditäten ausgewertet werden konnten und jeweils nur eine Katze 2, 3 und 6 Welpen hatte, kann keine generelle Aussage getroffen werden.



**Abbildung 18:** Gesamtzunahme des Muttertieres während der Gravidität und Wurfgewicht in Abhängigkeit von der Welpenanzahl

LOVERIDGE und RIVERS (1989) stellten die Gewichtszunahme von der Paarung bis zur Geburt sogar als lineare Funktion der Wurfgrösse mit folgender Regressionsgleichung dar:

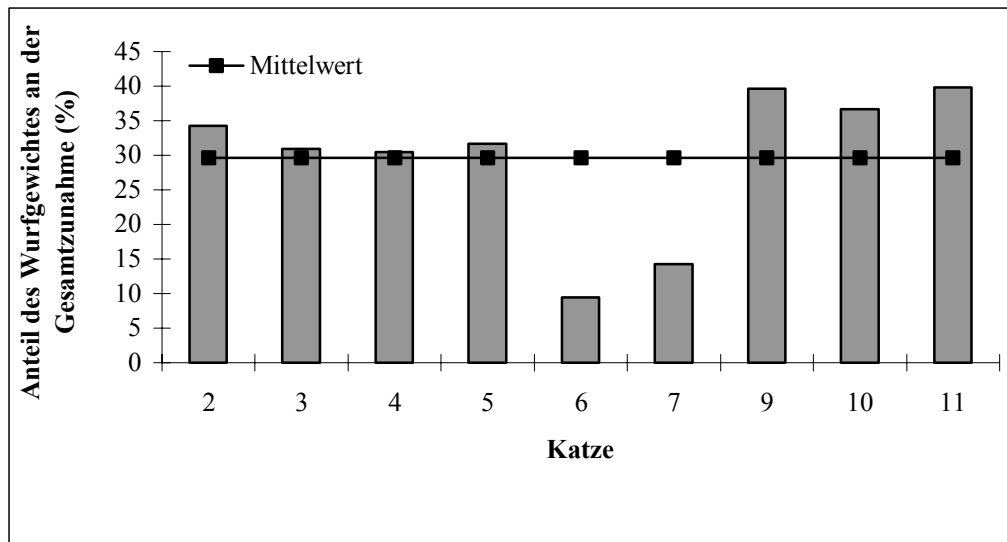
$$\text{Gewichtszunahme (g)} = 888.9 + 106.5 * n \quad (n = \text{Anzahl der Welpen})$$

Aus Tabelle 33 geht hervor, dass bei Katze 3 die gemessene Zunahme deutlich unter der berechneten liegt. Bei den Katzen 9 und 11 stimmen die Ergebnisse beider Methoden überein. Ebenfalls fällt auf, dass vor allem die Katze 7 fast 40 % mehr zugenommen hat, als mit Hilfe der von LOVERIDGE und RIVERS (1989) erstellten Regressionsgleichung berechnet wurde. Es stellte sich die Frage, woraus diese höhere Gewichtszunahme resultierte. Im Vergleich zu den anderen Katzen konnte bei diesem Tier aufgrund der N- und C-Bilanz kein höherer Fett- oder Proteinansatz in der vierten und siebten Graviditätswoche nachgewiesen werden.

Abbildung 19 zeigt den prozentualen Anteil der Wurfgewichte von der Gesamtzunahme. Dieser betrug durchschnittlich  $29.7 \pm 10.8 \%$ . Die Katze 7, die insgesamt mit 1.98 kg die stärkste Gewichtszunahme aufwies und nahezu 40 % mehr zunahm, als mit Hilfe der Regressionsgleichung von LOVERIDGE und RIVERS (1989) berechnet wurde, lag mit einem prozentualen Anteil des Wurfgewichtes von 14.3 % deutlich unter dem berechneten Durchschnitt. Das lässt vermuten, dass die Katze zum einen durch den gemessenen, im Durchschnitt liegenden Protein- und Fettansatz den grossen Gewichtszuwachs ausserhalb der von uns gemessenen Graviditätswochen realisierte, zum anderen nicht ausschliesslich durch das Welpenwachstum zunahm, sondern vermutlich durch den Aufbau von körpereigener Substanz.

**Tabelle 33:** Vergleich der nach Regressionsgleichung berechneten ( $Zunahme_{ber}$ ) und gemessenen ( $Zunahme_{gem}$ ) Gewichtszunahmen im Verlauf der Gravidität (kg)

Katze	2	3	4	5	6	7	9	10	11
Berechnete Zunahme	1.42	1.31	1.42	1.42	1.10	1.21	1.31	1.42	1.53
Gemessene Zunahme	1.58	1.01	1.64	1.83	1.33	1.98	1.31	1.64	1.57
Differenz	0.16	0.3	0.22	0.41	0.23	0.77	0	0.22	0.04
Differenz in %	10.1	22.9	13.4	22.4	17.3	38.9	0	13.4	2.5



**Abbildung 19:** Prozentualer Anteil des Wurfgewichtes (mit Mittelwert) von der Gesamtzunahme der Einzelkatzen (Tab. XII Anhang)

Der Verlust an Körpermasse der Katzen durch die Geburt betrug  $0.55 \pm 0.23$  kg. Dies entspricht einem durchschnittlichen Gewichtsverlust von  $12.3 \pm 5.2$  % des Körpergewichtes des Muttertieres. Damit decken sich die Ergebnisse mit den Beobachtungen von ZOTTMANN (1997). Sie ermittelte einen Gewichtsverlust durch die Geburt von  $0.63 \pm 0.52$  kg, was einem Anteil von  $12.5 \pm 5.1$  % entsprach.

LOVERIDGE und RIVERS (1989) beschrieben die Gewichtsabnahme durch die Geburt mit 40 % der Gesamtzunahme. In den eigenen Untersuchungen wurden ähnliche Beobachtungen gemacht, da die Katzen  $36.1 \pm 13.8$  % (Maximum (Katze 11): 59.9 % (6 Welpen); Minimum (Katze 7): 15.15 % (3 Welpen)) der gesamten Gewichtszunahme abnahmen (Tab. XII Anhang). Dass Katze 7, die mit 1.98 kg die stärkste Gewichtszunahme zeigte, nur 15 % dieser Zunahmen durch die Geburt verlor, deutet wiederum darauf hin, dass der Hauptanteil der Zunahmen durch den Aufbau von Körpersubstanz des Muttertieres zustande kam.

#### 4.2.2 Gewichtsentwicklung während der Messphasen

Die Gewichtszunahmen innerhalb der drei Messphasen unterschieden sich nicht signifikant voneinander, sie waren jedoch in der vierten Graviditätswoche tendenziell grösser als bei den adulten Katzen ( $p = 0.057$ ). Eine Begründung für die recht hohen Zunahmen der adulten Katzen ist in dem Energiegehalt des Futters und der ad libitum Fütterung zu suchen (Kap. 4.1.2.3). So haben die Katze 4 und 5 durch eine für sie zu hohe Futter- und damit Energieaufnahme bereits als adulte Tiere täglich mehr zugenommen, als in der vierten bzw. siebten Graviditätswoche (Tab. 34).

Es kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass ein Teil der Gewichtszunahmen auf die in den Respirationskammern eingeschränkten Bewegungsmöglichkeiten zurückzuführen ist. Da jedoch bei allen Katzen mehrmals täglich intensives Spielverhalten beobachtet wurde, kann in diesem Punkt von einer geringen Beeinflussung der Ergebnisse ausgegangen werden.

**Tabelle 34:** Zunahmen der Katzen während der drei Messphasen (g/d)

Katze	2	3	4	5	6	7	9	10	11
Adult	0	37.5	40	75	45	13.3	7.5	12.5	13.3
4. Graviditätswoche	25	48	36	48	46	42.5	-	24	20
7. Graviditätswoche	16.7	48	30	26	20	34	13.3	58	20

Bezogen auf die Anzahl der Welpen wies die Katze 6 mit 23 g/Welpe/d in der vierten Graviditätswoche die stärkste Gewichtszunahme auf (Tab. 22). Die geborenen Welpen dieser Katze waren mit einem Geburtsgewicht von 54 g und 71 g am leichtesten und nur sehr lebensschwach, so dass sie innerhalb des ersten Tages starben. Auch in diesem Zusammenhang kommt die Frage auf, worauf die Gewichtszunahme der Katze 2 zurückzuführen ist. Beim Betrachten des Protein- und Fettansatzes wird deutlich, dass diese Katze in der vierten Graviditätswoche von allen Katzen sowohl den stärksten Proteinansatz mit 2.73 g/kg LM/d als auch den grössten Fettansatz (CN) mit 3.95 g/kg LM/d zeigte (Tab. VIII Anhang). Beim Vergleich des prozentualen Anteils des Wurfgewichtes von der Gesamtzunahme während der Gravidität fällt auf, dass diese Katze, ähnlich der Katze 7, mit 9.4 % deutlich unter dem Durchschnitt von 30 % lag (Abb. 20). Diese Beobachtungen lassen die Vermutung aufkommen, dass auch bei diesem Versuchstier Protein und Fett als Körpersubstanz des Muttertieres selbst angesetzt wurden und weniger in den Welpen. Die Katze könnte allerdings auch nach der vierten Graviditätswoche eine Frucht resorbiert haben.

### 4.3 Futter

Der Bruttoenergiegehalt des Futters kann mit folgender Regression geschätzt werden (SCHRAG et al., 1999):

$$BE = 24.4 \times Rp + 36.3 \times Rfe + 17.1 \times Nfe + 17.1 \times Rfa$$

Der so geschätzte Bruttoenergiegehalt des Futters ( $BE_{\text{geschätzt}}$ ) stimmt mit dem anhand der Bombenkalorimetrie gemessenen Wert ( $BE_{\text{gemessen}}$ ) sehr gut überein (Tab. 35). Die prozentuale Abweichung beträgt lediglich 4.18 %.

**Tabelle 35:** Vergleich der geschätzten ( $BE_{\text{geschätzt}}$ ) mit der durch Bombenkalorimetrie gemessenen Bruttoenergie des Futters ( $BE_{\text{gemessen}}$ ) (kJ BE/100 g TS)

	<b>Biomill - Kitten<sup>®</sup> Futter</b>
$BE_{\text{geschätzt}}$	2167.1
$BE_{\text{gemessen}}$	2261.7
Differenz	94.6
Differenz in %	4.18

#### 4.4 Scheinbare Verdaulichkeit

Bis auf die NfE war die scheinbare Verdaulichkeit der Rohnährstoffe innerhalb der drei Messphasen nicht signifikant unterschiedlich. Warum die NfE in der siebten Graviditätswoche eine signifikant verminderte Verdaulichkeit zeigten, ist nicht bekannt. Durch diese Tatsache kann jedoch der ebenfalls in der siebten Graviditätswoche im Vergleich zur ersten Messphase beobachtete signifikant herabgesetzte Kottrockensubstanzgehalt erklärt werden, da mit zunehmendem NfE-Anteil im Magen-Darm-Trakt osmotisch vermehrt Wasser nachfolgt (KIENZLE, 2003).

Die scheinbare Verdaulichkeit des Rohproteins adulter Katzen von  $87.5 \pm 3.2$  (Komplettsammel-methode) bzw.  $85.7 \pm 1.7$  (Indikatormethode) entspricht den Angaben von LÄUGER (2001) mit ca. 85 %, die für ihre Versuche ebenfalls ein kommerzielles Welpentrockenfutter benutzte. Insgesamt finden sich in der Literatur jedoch unterschiedliche Angaben zur Rohproteinverdaulichkeit. Bei der Fütterung von Trockenfutter (TF) ermittelte DAMMERS (1980) eine sV von 74 %, während ZENTEK (1987) bei TF-Fütterung eine Rp-Verdaulichkeit von 93.8 % beschrieb. Die Ursache für diese Unterschiede ist in der Proteinqualität und -quantität des Futters zu suchen (DEKEYZER, 1997). STIEFEL (1999) beobachtete, dass sich die sV des Rohproteins mit steigendem Rp-Gehalt in der Ration verbesserte. Bei DAMMERS (1980) betrug der Rp-Gehalt 31 % TS, bei ZENTEK (1987) 34.2 % TS. Der Rohproteinanteil des eigenen Versuchsfutters mit 32.6 % TS liegt zwischen den Gehalten beider Autoren, ebenso die in den eigenen Versuchen ermittelte sV des Rohproteins, wodurch die Beobachtung von STIEFEL (1999) bestätigt werden konnte. Laut DEKEYZER (1997) beträgt die endogene fäkale Stickstoffausscheidung bei Katzen 57.4 mg/kg LM/d. Mit Hilfe dieses Wertes kann der prozentuale Anteil des endogenen Kotstickstoffs von der in den eigenen Versuchen ermittelten fäkalen Stickstoffausscheidung geschätzt werden. Dieser betrug 37.3 - 41.3 %. Die unter der Berücksichtigung des endogenen Kotstickstoffs geschätzte wahre Verdaulichkeit des Stickstoffs liegt somit zwischen 91.1 und 92.6 %. (Tab. 36)

**Tabelle 36:** Geschätzter Anteil des endogenen Kotstickstoffs (endogener  $N_{\text{Kot}}$ ) an den fäkalen Stickstoffverlusten ( $N_{\text{Kot}}$ ) und die geschätzte wahre Verdaulichkeit (%) (Grav = Graviditätswoche)

	Einheit	Adult	4. Grav	7.Grav
$N_{\text{Futter}}$	mg/kg LM/d	1108	1111	1086
$N_{\text{Kot}}$	mg/kg LM/d	139	141	154
endogener $N_{\text{Kot}}$	mg/kg LM/d	57.4	57.4	57.4
Anteil des endogenen $N_{\text{Kot}}$ am $N_{\text{Kot}}$	%	41.3	40.7	37.3
wahre Verdaulichkeit	%	92.6	92.5	91.1

#### 4.5 Gaswechseldaten

Die ermittelten Gaswechseldaten von durchschnittlich 14 bis 15 L/kg LM/d Sauerstoffverbrauch und 10 - 10.5 L/kg LM/d Kohlendioxidproduktion sind sowohl höher als die von RADICKE (1993) beobachteten Werte mit 7.47 bis 8.78 L  $O_2$ /kg LM/d und 7.34 bis 8.06 L  $CO_2$ /kg LM/d, als auch die von STIEFEL (1999) ermittelten Daten mit 8.46 bis 9.54 L  $O_2$ /kg LM/d und 6.49 bis 7.28 L  $CO_2$ /kg LM/d. Eine mögliche Erklärung für die abweichenden Zahlen ist in den Versuchstieren zu suchen. Die Katzen von STIEFEL (1999) bzw. RADICKE (1995) lagen mit einem durchschnittlichen Alter von 5.75 Jahren bzw. 2.5 - 5 Jahren und einem Gewicht von 4.4 kg bzw. 2.6 - 5 kg deutlich über denen der eigenen Versuchstiere. Bei älteren Katzen lässt die Bewegungsaktivität im Allgemeinen nach (KIRK et al., 2000). Dies entspricht auch den Angaben von STIEFEL (1999), der bei seinen Versuchen nur bei der jüngsten Katze (2 Jahre) Spielverhalten beobachten konnte. Im Gegensatz dazu spielten alle Katzen in den eigenen Versuchen intensiv mit den Einrichtungsgegenständen. Deshalb kann auch die Menge des veratmeten Sauerstoffs und produzierten Kohlendioxidgehaltes grösser gewesen sein, als bei Katzen, bei denen die Messungen weitestgehend in Ruhe verliefen.

Die ermittelten Respirationsquotienten von 0.7 bis 0.75 sind jedoch mit denen von STIEFEL (1999) mit 0.76 bis 0.77 vergleichbar. KLEIBER (1961) leitete den respiratorischen Quotienten für Kohlenhydrate am Beispiel von Glucose, für Fett am Beispiel von Glyceryltrioléat und Protein anhand eines Standardproteins stöchiometrisch ab und ermittelte Werte von 1.00, 0.71 bzw. 0.81. Der RQ der adulten Katzen von  $0.7 \pm 0.1$  würde somit eigentlich für eine reine Fettoxidation sprechen. Da das verwendete Versuchsfutter aber einen relativ hohen Anteil an NfE (36.8 g/100g TS) und Protein (32.6 g/100g TS) enthält, kann davon nicht ausgegangen werden. CARPENTER (1944) beschrieb bei gefasteten Katzen einen RQ unter 0.81 und schloss daraus, dass die Tiere die Energie aus dem Protein- und Fettstoffwechsel bezogen.

RADICKE (1993) ermittelte einen RQ bei unterschiedlich gefütterten Katzen mit verschiedener Restriktionsfütterung von 0.87 bis 1.01. Es konnte nicht geklärt werden, ob der in den eigenen Versuchen ermittelte kleinere RQ durch Messungenauigkeiten oder infolge des besonderen Stoffwechsels der Katzen zustande kam. Da STIEFEL (1999) jedoch vor sieben Jahren mit den gleichen Respirationskammern arbeitete und der Respirationsquotient vergleichbar war, müsste es, im Falle eines Fehlers, ein gerichteter Fehler sein.

## **4.6 Bilanzen**

Für die Bilanzen wurde das jeweilige Bezugsgewicht der Messphase verwendet. Das Bezugsgewicht der siebten Graviditätswoche ist mit  $3.9 \pm 0.4$  kg signifikant grösser als das der adulten Katzen mit  $3.0 \pm 0.3$  ( $p = 0.000$ ) und auch als jenes der vierten Graviditätswoche  $3.2 \pm 0.3$  ( $p = 0.004$ ). In der vierten und siebten Graviditätswoche wurden die Welpen- und Plazentagewichte nicht extra berücksichtigt, da es nicht möglich war, diese genau zu bestimmen.

### **4.6.1 Stickstoffbilanz**

Die Stickstoffbilanz war bei allen Tieren in jeder Messphase positiv (Tab. XIII Anhang). Es bestanden jedoch pro kg LM und auch absolut pro Katze keine signifikanten Unterschiede zwischen den adulten Katzen und den Graviditätsmessungen. Die Erwartungen einer erhöhten Stickstoffretention während der Gravidität, infolge des Welpenwachstums und dem damit verbundenen vermehrten Proteinansatz, konnten somit nicht bestätigt werden. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass die Stickstoffretention und damit der Proteinansatz des Muttertieres während der Gravidität sehr gering ist, dass also keine Proteinreserven gebildet werden. Allerdings sind auch kleinere Fehler durch die angewendete Methodik nicht vollständig auszuschliessen.

### **4.6.2 Kohlenstoffbilanz**

Bis auf Katze 2, die in der ersten Messphase eine Kohlenstoffretention von  $-1.36$  g/kg LM/d zeigte, wiesen alle Katzen in allen Messphasen durchweg positive Kohlenstoffbilanzen auf (Tab. VIV Anhang). Diese Katze hatte innerhalb der Messung zunächst 20 g abgenommen, diese dann wieder zugenommen, so dass daraus am Ende der vier Messtage eine Gewichtsveränderung von  $\pm 0.0$  kg resultierte. Eine durch Fettabbau bedingte Gewichtsabnahme und eine durch Proteinaufbau stattfindende Wiederzunahme würde die positive Stickstoffbilanz ( $0.01$  g/kg LM/d) und die negative Kohlenstoffbilanz erklären. Allerdings sind 20 g Ab- bzw.

Zunahme nicht sehr aussagekräftig, da die Menge im Verhältnis zum gesamten Körpergewicht sehr gering ist. Die Gewichtszunahmen am Ende der Messphase könnten auch lediglich aus einer vermehrten Futteransammlung im Magen-Darm-Trakt oder aus einer noch nicht ausgeschiedenen Harnmenge resultieren.

#### 4.6.3 Energiebilanz

Die Energiebilanzen berechnet nach der RQ- und CN-Methode waren in allen drei Messphasen signifikant unterschiedlich. Während in der vierten Graviditätswoche nach beiden Methoden alle Katzen eine positive Energiebilanz zeigten, wies Katze 5 als einziges Versuchstier in der siebten Graviditätswoche nach beiden Methoden eine negative Energiebilanz auf (Abb. 16, Tab. VII Anhang). Daraus resultiert auch der bereits beschriebene Fettabbau. In der adulten Messphase wiesen nach der RQ-Methode vier Katzen (Katzen 1, 2, 7 und 8) eine negative Energiebilanz auf, nach der CN-Methode nur Katze 2 (Abb. 11). Da Katze 2 schon eine negative C-Bilanz zeigte, ist somit auch die negative Energiebilanz nach der CN-Methode erklärbar. Warum die Katzen 1, 7 und 8 allerdings nach der RQ-Methode eine negative Energiebilanz aufwiesen, ist nicht mit Sicherheit abzuklären. Da die Sauerstoff- und Kohlendioxidwerte von den Werten von STIEFEL (1999) und RADICKE (1995) abwichen und auch der Respiratorische Quotient nicht dem von RADICKE (1995) entsprach, ist es möglich, dass Ungenauigkeiten in der Messung von O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> die Genauigkeit der RQ-Methode beeinflussten. Die Zunahmen der Katze 7 mit 13.3 g/d und der Katze 8 mit 17.5 g/d (Tab. 10) sprechen dafür, dass in der eigenen Arbeit die CN-Methode die realistischeren Werte ergibt, da ein Ansatz von Körpersubstanz bei einer negativen Energiebilanz (RQ) nicht möglich wäre.

#### 4.6.4 Umsetzbare Energie und Umsetzbarkeit der Energie

Die umsetzbare Energie kann mit folgenden Formeln berechnet werden (KIENZLE et al., 1999):

1. Analytische Bestimmung der BE  
(oder Schätzung nach SCHRAG et al., 1999; Kap. 4.3)
2. Schätzung der Energieverdaulichkeit  $sV\ BE\ (\%) = 87.9 - 0.88 * Rfa\ (\%TS)$
3. Berechnung der VE  $VE = BE * sV\ BE\ (\%) / 100$
4. Berechnung der UE  $UE = VE - Rp\ (g) * 3.1\ kJ$



Da zwischen der Verdaulichkeit der organischen Substanz und dem Rfa-Gehalt des Futters ein Zusammenhang besteht, kann der Rfa-Gehalt zur Schätzung der Energieverdaulichkeit herangezogen werden. Der Kohlenhydratanteil im Katzenfutter ist in der Regel gering, was jedoch bei der Erstellung der Schätzformel berücksichtigt wurde.

Die mit den Formeln von KIENZLE et al. (1999) berechnete UE weicht nur um ca. 5 % von der gemessenen ab und stellt somit eine gute Möglichkeit zur genauen Schätzung der UE dar, auch wenn sie durch die zahlreichen Rechenschritte komplizierter ist als andere Gleichungen (Tab. 37).

**Tabelle 37:** Vergleich der geschätzten ( $UE_{\text{geschätzt}}$ ) nach KIENZLE et al.(1999) mit der gemessenen umsetzbaren Energie ( $UE_{\text{gemessen}}$ ) (kJ UE/100 g TS)

	<b>Biomill - Kitten® Futter</b>
$UE_{\text{geschätzt}}$	1821.4
$UE_{\text{gemessen}}$	1923.7
Differenz	102.3
Differenz in %	5.3

Die Umsetzbarkeit der Energie gibt an, wie viel der BE des Futters dem Körper für die Erhaltung und den energetischen Ansatz zur Verfügung steht. Die  $u(E)$  war zwischen den drei Messphasen nicht signifikant unterschiedlich und stimmt mit 0.84 bis 0.85 mit den von STIEFEL (1999) ermittelten Werten für eine Fett- bzw. Fleischdiät von 0.85 bzw. 0.83 überein.

Eine hohe Umsetzbarkeit der Energie kann auf eine hohe biologische Wertigkeit des Proteins zurückzuführen sein, da der Hauptanteil verlorengegangener Energie im Allgemeinen aus dem Protein stammt.

#### **4.6.5 Erhaltungsbedarf an Energie und Vergleich mit der Aufnahme an UE während der Gravidität**

Der energetische Erhaltungsbedarf wurde mittels Regressionsanalyse bestimmt. Insgesamt darf bei dieser Methode der Bedarfsermittlung nicht vernachlässigt werden, dass die Linearität zwischen der Aufnahme an umsetzbarer Energie und Energieretention bei Katzen, die über den Erhaltungsbedarf hinaus Leistung aufbringen, aufgrund des variierenden Protein- und Fettansatzvermögens nicht immer gegeben ist (HAUSSCHILD, 1993; RADICKE, 1995). Da in den eigenen Untersuchungen für den Erhaltungsbedarf aber nur ausgewachsene Katzen

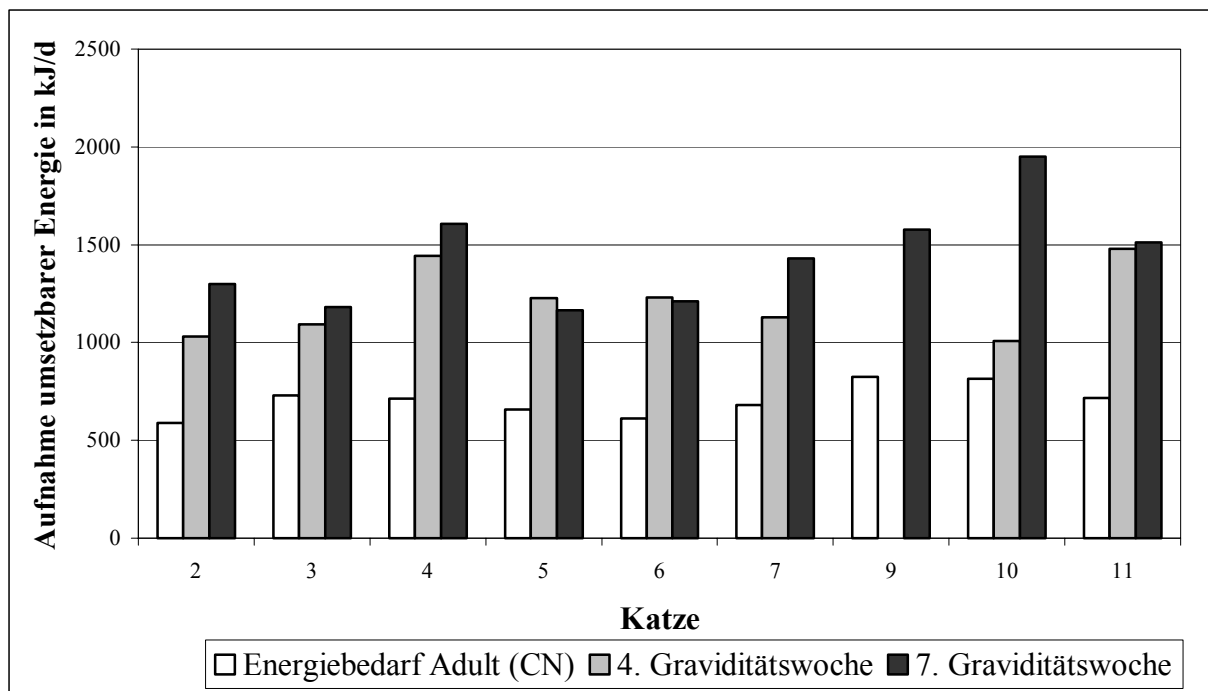
herangezogen wurden, bei denen sich der Energieumsatz insbesondere in einem vermehrten Fettansatz niederschlägt, konnte von einer gesicherten Linearität ausgegangen werden.

Eine Unterschätzung der Bewegung kann zu einer Überschätzung des energetischen Erhaltungsbedarfs führen, da bei der Katze der Bedarf für normale Bewegung in den Erhaltungsbedarf mit einbezogen wird. Weil alle Katzen im eigenen Versuch ausgeprägtes Spielverhalten zeigten, wurde der Erhaltungsbedarf mit dem von aktiven Tieren anderer Autoren verglichen. Da die Energiebilanzen berechnet nach der RQ- und CN-Methode signifikant unterschiedlich waren, ist auch der damit berechnete Erhaltungsbedarf verschieden. Jedoch weist die Regressionsgerade nach der CN-Methode ein höheres Bestimmtheitsmass ( $R^2 = 0.97$ ) auf (Abb. 13). Deshalb und aufgrund der bereits bei der Energiebilanz erläuterten Gründe, scheint auch für die Ermittlung des Erhaltungsbedarfs die CN-Methode hier die realistischere zu sein. Der ermittelte energetische Erhaltungsbedarf von 238 kJ UE/kg LM/d (CN-Methode) liegt deutlich unter den Angaben von MILLER und ALLISON (1958), die für aktive Katzen einen Bedarf von 335 - 377 kJ/kg LM/d angaben. Allerdings ist aus deren Daten nicht ersichtlich, um welche Form der Energie es sich handelte. Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen ermittelten MÄNNER et al.(1993) mit Hilfe indirekter Kalorimetrie für aktive Katzen einen Erhaltungsbedarf von 228 kJ UE/kg LM/d, welches den eigenen Beobachtungen entspricht. BALLEVRE et al. (1994) ermittelte bei aktiven, freilebenden Tieren unter Verwendung von doppelt markiertem Wasser einen energetischen Erhaltungsbedarf von nur 207 kJ UE/kg LM/d. Die Untersuchungen von STIEFEL (1999) ergaben sogar nur einen Bedarf für aktive Katzen von 152.5 kJ UE/kg LM/d, wobei es sich dabei um mehrheitlich kastrierte Katzen bis zu einem Alter von 15 Jahren mit einem durchschnittlichen Gewicht von 4.39 kg handelte. Da das Gewicht demnach deutlich über dem der eigenen Tiere lag, kann spekuliert werden, ob die Katzen von STIEFEL (1999) nicht tendenziell übergewichtiger waren. Wenn Übergewicht rein aus der Zunahme an Fettgewebe resultiert und nicht aus metabolisch aktivem, fettfreiem Körpergewebe besteht, sinkt mit steigendem Körpergewicht der Erhaltungsbedarf (EDTSTADTLER-PIETSCH, 2003).

Bezogen auf das metabolische Körpergewicht ( $\text{kg LM}^{0.75}$ ) beträgt der regressionsanalytisch bestimmte Erhaltungsbedarf der adulten Katzen nach der CN-Methode 308 kJ UE/kg  $\text{LM}^{0.75}/\text{d}$ , nach der RQ-Methode 391 kJ UE/kg  $\text{LM}^{0.75}/\text{d}$ . Die Bestimmtheitsmasse von  $R^2 = 0.96$  (CN) und  $R^2 = 0.94$  (RQ) unterscheiden sich jedoch wenig von denen in Kapitel 3.7.5, die auf das Kilogramm Körpergewicht bezogen sind. Da sich die in den Versuchen verwendeten Katzen in Bezug auf ihr Körpergewicht nicht wesentlich voneinander unterschieden,

bringt demnach der Bezug auf das metabolische Körpergewicht, das nach KLEIBER (1947) bei unterschiedlichen Gewichten bzw. stärkeren Grössenunterschieden genauere Ergebnisse liefert, keine Vorteile.

Beim Vergleich des Erhaltungsbedarfs der adulten Einzelkatzen (regressionsanalytisch berechneter Erhaltungsbedarf nach der CN-Methode mit dem jeweiligen Gewicht der Katze multipliziert) mit der Aufnahme an umsetzbarer Energie pro Tier während der Gravidität sind individuelle Schwankungen deutlich (Abb. 20, Tab. XV Anhang)



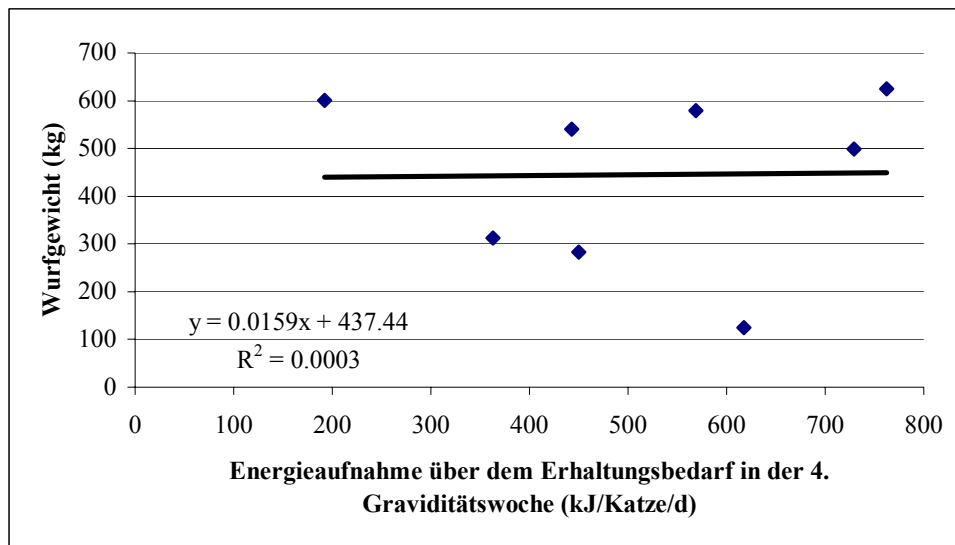
**Abbildung 20:** Energieaufnahme (UE) während der 4. und 7. Graviditätswoche verglichen mit dem kalkulierten Energiebedarf nach der CN-Methode adulter Einzelkatzen

Trotz dieser Schwankungen nahmen die Katzen im Vergleich zum kalkulierten Erhaltungsbedarf von durchschnittlich  $704.3 \pm 81.5$  kJ UE/Katze/d bereits in der vierten Graviditätswoche mit durchschnittlich  $1204.9 \pm 177.1$  kJ UE/Katze/d das ca. 1.8-Fache, in der siebten Graviditätswoche mit  $1437.4 \pm 256.7$  kJ UE/Katze/d sogar in etwa das Doppelte des Erhaltungsbedarfs an umsetzbarer Energie auf. LOVERIDGE (1986) beobachtete bei zehn Katzen einen Anstieg der Aufnahme an umsetzbarer Energie bis zum Ende der Gravidität von ca. 70 %. Dabei verglich er jedoch die tatsächliche Aufnahme an umsetzbarer Energie adulter Katzen mit jener während der Trächtigkeit, während in den eigenen Untersuchungen vom kalkulierten Erhaltungsbedarf ausgegangen wurde.

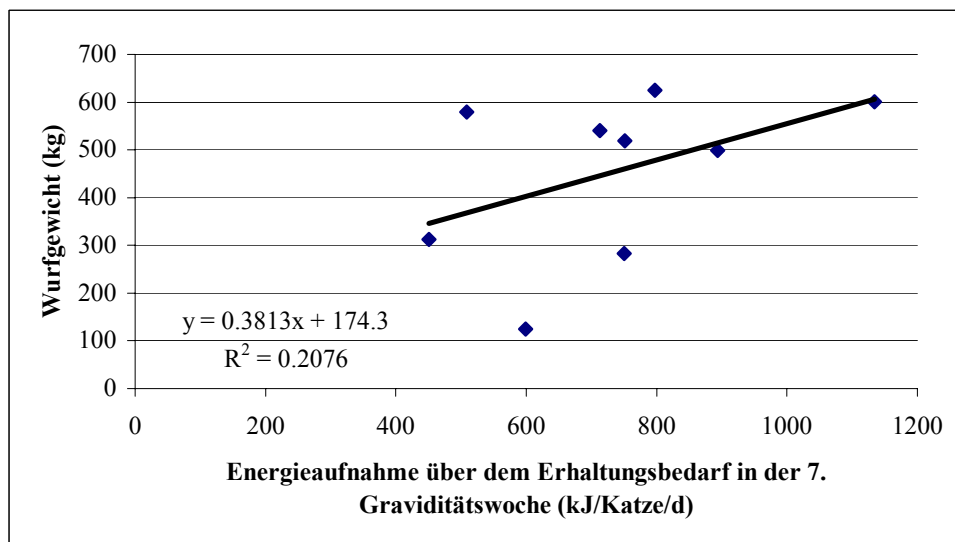
Beim Vergleich der selbst ermittelten Aufnahme an umsetzbarer Energie adulter Katzen mit jener der graviden Tiere sind die Unterschiede nicht so gravierend. Demnach betrug die Aufnahme an UE der adulten Katzen durchschnittlich  $1209.1 \pm 419.6$  kJ/kg LM/d, welches der oben beschriebenen Aufnahme in der vierten Graviditätswoche ähnelt und auch geringfügiger von dem der siebten Graviditätswoche (1.4 Fache) abweicht. Allerdings kann die tatsächliche Aufnahme der adulten Katzen nicht als Mass für ihren Erhaltungsbedarf genommen werden, da fast alle Katzen in der ersten Messphase Körpersubstanz aufbauten, was aus einer Überversorgung mit Energie resultierte. Demnach ist der Vergleich der UE-Aufnahme während der Gravidität mit dem nach der Regressionsmethode kalkulierten Energiebedarf realistischer.

Die Empfehlungen von KAMPHUES et al. (2004) liegen mit einer Erhöhung der Energieaufnahme während der Trächtigkeit von 40 % im Vergleich zur Erhaltung deutlich unter den eigenen und den von LOVERIDGE (1986) beschriebenen Beobachtungen. Es ist möglich, dass die Katzen in den eigenen Versuchen mehr an UE aufgenommen haben, als es letztendlich erforderlich war. Dies kann jedoch erst nach der Laktation anhand des dann ermittelten Körpergewichtes mit Sicherheit gesagt werden. LOVERIDGE (1986) beschrieb eine Abnahme des Körpergewichtes bei Katzen zur Geburt von 40 %, der Rest ging während der Laktation verloren. Ob die Aufnahme an UE in den eigenen Versuchen dem Bedarf entsprach oder darüber lag, kann in Versuchen, welche die Laktation einschliessen, abgeklärt werden, vorausgesetzt die Katzen würden sämtliche Zunahmen ausschliesslich als Reserven für die Laktation ansetzen und anschliessend auch vollständig wieder verlieren. LOVERIDGE und RIVERS (1989) beschrieben dazu, dass laktierende Katzen auf den Aufbau körpereigener Energiereserven angewiesen sind, da sie trotz erhöhter Energieaufnahme deutlich an Körpermasse verlieren. In ihren Versuchen nahmen alle Katzen genau ( $\pm 2$  %) die Menge an Körpergewicht ab, die sie während der Trächtigkeit, unabhängig von den durch die Welpen verursachten Zunahmen gewonnen hatten. Dies deckt sich mit den Beobachtungen von ZOTTMANN (1997), bei der die Versuchskatzen am Ende der Laktation sogar 50 - 200 g weniger wogen, als zum Zeitpunkt der Belegung. Wären unsere Katzen am Ende der Laktation noch deutlich schwerer als zum Deckzeitpunkt, kann spekuliert werden, dass die Energieaufnahme an UE während der Gravidität über dem eigentlichen Bedarf lag. Auch stellt sich, wie schon bei der Gewichtszunahme, die Frage, ob zwischen der Energieaufnahme der graviden Katzen und dem Wurfgewicht ein Zusammenhang besteht. Aus diesem Grund wurde die zum berechneten Erhaltungsbedarf zusätzliche Energieaufnahme der vierten und siebten Graviditätswoche mit dem Wurfgewicht ins

Verhältnis gesetzt (Abb. 21 und 22). Da keine Beziehung erkennbar ist, was nicht nur die unregelmässige Verteilung der Daten, sondern insbesondere die sehr niedrigen Bestimmtheitsmasse veranschaulichen ( $R^2 = 0.00$ ;  $R^2 = 0.21$ ), ist davon auszugehen, dass die zusätzlich aufgenommene UE nicht ausschliesslich in das Welpenwachstum angesetzt wird. Ob es sich, wie vermutet, insbesondere um den Ansatz von Fettgewebe beim Muttertier handelt oder eventuell auch eine vermehrte Wassereinlagerung stattfindet, müsste mit weiteren Versuchen, die eine Prüfung der Körperzusammensetzung beinhalten, abgeklärt werden.



**Abbildung 21:** Beziehung zwischen der über dem Erhaltungsbedarf zusätzlich aufgenommenen UE in der 4. Graviditätswoche und dem Wurfgewicht (n = 8)

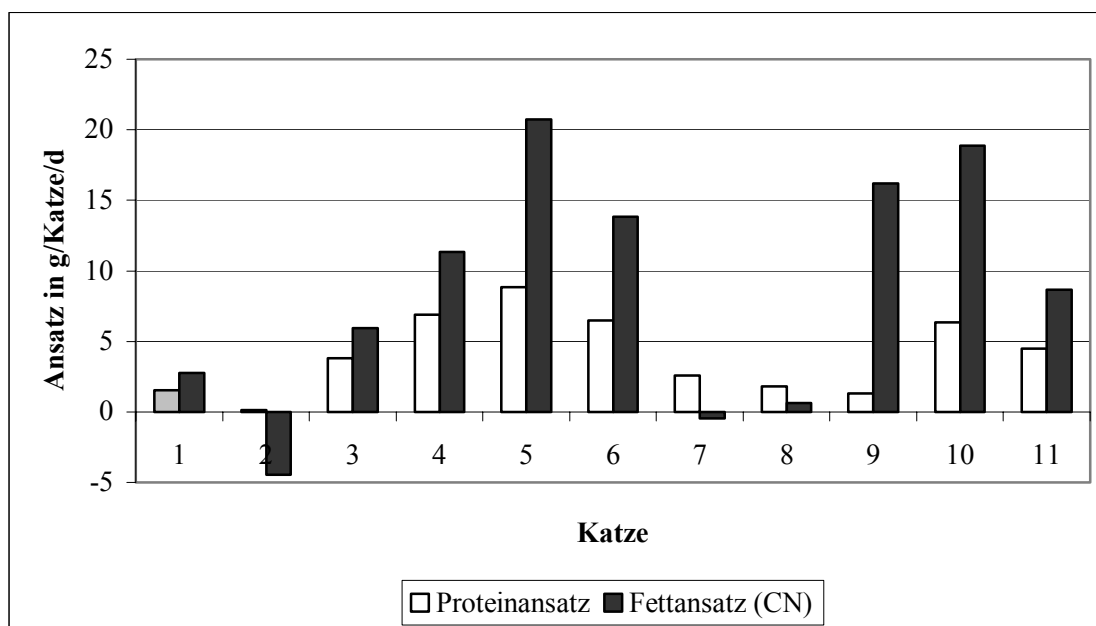


**Abbildung 22:** Beziehung zwischen der über dem Erhaltungsbedarf zusätzlich aufgenommenen UE in der 7. Graviditätswoche und dem Wurfgewicht (n = 9)

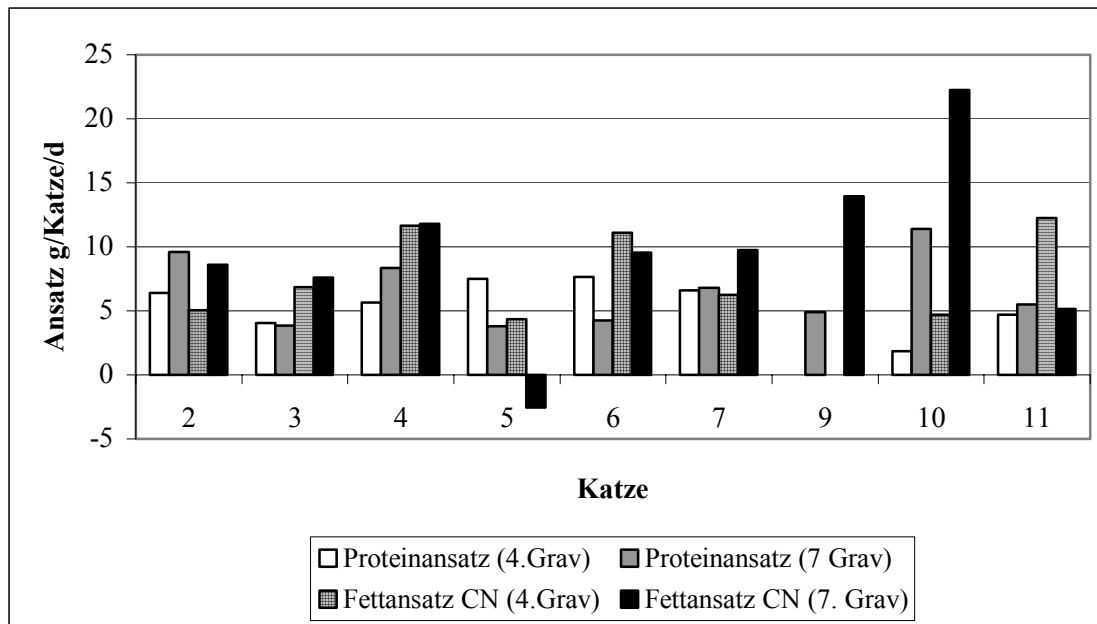
#### 4.6.6 Protein- und Fettansatz

Weder der Protein-, noch der Fettansatz je kg LM wiesen zwischen den drei Messphasen signifikante Unterschiede auf. Eine Begründung für diese Beobachtung liegt in der ad libitum Fütterung. Da es sich zudem um ein energiereiches Welpenfutter handelte, zeigten die adulten Katzen einen Fettansatz, der sich später von dem in der Gravidität gemessenen nicht signifikant unterschied. Allerdings darf dabei nicht die Tatsache ausser Acht gelassen werden, dass sich die Ansätze auf das Kilogramm Lebendmasse beziehen. Da die Katzen in der siebten Graviditätswoche signifikant schwerer waren, als in der ersten und zweiten Messphase glichen sich eventuell vorhandene Differenzen wieder aus. In Bezug auf das Gesamtgewicht der Einzelkatzen sind starke individuelle Schwankungen beim Protein- und Fettansatz deutlich (Abb. 23 und 24). Es konnten auch auf die absoluten Werte, d.h. auf die Gesamtgewichte der einzelnen Katzen bezogen, keine signifikanten Unterschiede im Protein- und Fettansatz zwischen den drei Messphasen festgestellt werden.

Zu beachten ist, dass Ungenauigkeiten in der Gaswechsellmessung einen Einfluss auf den Fettansatz haben können. Demnach kann sich eine unvollständige Erfassung des abgeatmeten Kohlendioxids in einem erhöhten Fettansatz widerspiegeln.



**Abbildung 23:** Protein- und Fettansatz adulter Katzen in Bezug auf das Gesamtgewicht der Katze (Tab. IV Anhang)



**Abbildung 24:** Protein- und Fettansatz der Katzen in der 4. und 7. Graviditätswoche in Bezug auf das Gesamtgewicht der Katze (Tab. X und XI Anhang)

Es ist deutlich, dass Katze 9 in der ersten Messphase im Vergleich zum Proteinansatz ungefähr das 12-Fache an Fett ansetzte, während Katze 2 das Vierfache des Proteinansatzes an Fett abbaute. Trotz dieser starken Schwankungen der Einzelkatzen konnte zwischen dem Protein- und Fettansatz bezogen auf das Gesamtgewicht der adulten Katzen ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ( $p = 0.044$ ). Auch in Bezug auf das Kilogramm Lebendmasse bestand bei den nicht trächtigen Katzen die Tendenz eines im Vergleich zum Fettansatz verminderten Proteinansatzes ( $p = 0.051$ ). Somit könnte der Schluss gezogen werden, dass durch die in der ersten Messphase, im Vergleich zum Bedarf, zu hohe Futteraufnahme, das erhöhte Körpergewicht resultierte, welches zu dem Zeitpunkt insbesondere durch einen erhöhten Fettansatz zustande kam.

In der vierten und siebten Graviditätswoche gab es keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Protein- und Fettansatzes, sowohl auf das Gesamtgewicht der Katze bezogen, als auch pro Kilogramm Lebendmasse. Auch im Vergleich zu den adulten Katzen wurden keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen. Eine Möglichkeit das Ausbleiben des vermehrten Rohproteinansatzes während der Gravidität in Bezug auf die adulten Katzen zu erklären, ist ein eventuell erst später einsetzendes vermehrtes Welpenwachstum.

Der schon zu Beginn der Gravidität beobachtete Fettansatz steht jedoch im Einklang mit den Ergebnissen anderer Autoren (LOVERIDGE, 1986; LEWIS et al., 1990). Dieses zusätzliche Fett wird nötig um ausreichend Energie zur Milchproduktion während der Laktation bereit zu stellen (LEWIS et al., 1990).

Bis auf Katze 5 in der siebten Graviditätswoche zeigten alle Katzen während der Trächtigkeit einen positiven Fettansatz (Tab. VII bis XI Anhang). Warum die Katze 5 bereits in der siebten Graviditätswoche körpereigenes Fettgewebe abbaute, kann nicht mit Sicherheit geklärt werden. Womöglich war die Aufnahmekapazität des Magens durch den graviden Uterus mit 5 Welpen eingeschränkt (KIRK et al., 2000), so dass nicht genügend Futter und somit auch nicht ausreichend Energie aufgenommen werden konnte. Hierfür würde das hohe Wurfgewicht von 579 g sprechen. Nur die Katzen 10 und 11 hatten mit 601 g und 625 g schwerere Wurfgewichte (Tab. V Anhang). Katze 5 hatte als adulte Katze mit 2.6 kg jedoch ein viel geringeres Ausgangsgewicht als die Katze 10 mit 3.2 kg und die Katze 11 mit 3.1 kg (Tab. 7). Der prozentuale Anteil des Wurfgewichtes vom Ausgangsgewicht der adulten Katzen ist bei Katze 5 mit 22.3 % grösser als bei Katze 10 mit 18.8 % und bei Katze 11 mit 20.2 % (Tab. XIII Anhang). Auch im Vergleich mit den anderen Katzen wies Katze 5 prozentual das höchste Wurfgewicht auf (Tab. 38). Die durch den graviden Uterus begrenzte Aufnahmekapazität des Gastrointestinaltraktes könnte demnach tatsächlich Ursache der verminderten Futter- bzw. Energieaufnahme und somit eine mögliche Erklärung für den Fettabbau der Katze 5 sein.

**Tabelle 38:** Wurfgewicht als prozentualer Anteil vom Ausgangsgewicht der adulten Katzen

Katze	2	3	4	5	6	7	9	10	11
Wurfgewicht (%)	21.6	9.8	16.6	22.3	5.0	9.4	14.8	18.8	20.2

Dass sowohl der Fettansatz als auch der REf nach der RQ- und der CN-Methode signifikant unterschiedlich waren, ist eine Folge der nach beiden Methoden berechneten, signifikant unterschiedlichen Energiebilanzen. Da die CN-Methode die realistichere zu sein scheint, ist auch wahrscheinlich, dass der Fettansatz und der REf dieser Methode aussagekräftiger sind.

#### 4.6.7 Energetischer Gesamtwirkungsgrad

Wiederum als Folge der nach der RQ- und CN-Methode berechneten, signifikant unterschiedlichen Energiebilanzen anzusehen ist, dass die energetischen Gesamtwirkungsgrade nach beiden Methoden signifikant unterschiedlich waren. Insgesamt spricht dies jedoch für durch die angewendeten Methoden bedingte Unzulänglichkeiten. Da, wie schon beschrieben, die CN-Methode in der vorliegenden Arbeit aussagekräftiger zu sein scheint, ist es auch wahrscheinlich, dass der  $k_{CN}$  die realistischeren Daten ergibt. Der Gesamtwirkungsgrad stellt jedoch durch den grossen Anteil des Erhaltungsbedarfs ein relativ schwaches Mass dar.



## 4.7 Graviditätsdauer

Die beobachtete Graviditätsdauer von  $65.1 \pm 1.6$  Tagen entspricht der am häufigsten beschriebenen Trächtigkeitsdauer anderer Autoren von ca. 65 Tagen (DICKINSON und SCOTT, 1956; NELSON et al., 1969; FESTING und BLEBY, 1970; NELSON und COOPER, 1975; LEWIS et al., 1990). Aber auch die kürzeste Trächtigkeitsdauer von 62 Tagen und längste von 67 Tagen sind in der Literatur mit durchschnittlich 60 Tagen (LINK, 1937; AMOROSO, 1952) bzw. 66.5 Tagen (LAMOTTE und SHORT, 1966) zu finden. Demnach verliefen alle Trächtigkeiten in Bezug auf die Dauer in den eigenen Versuchen normal.

## 4.8 Geburtmassen der Welpen

Das durchschnittliche Geburtsgewicht von  $105.4 \pm 22.9$  g entspricht den Beobachtungen weiterer Autoren (THOMAS, 1911; LATIMER und IBSEN, 1932; HALL und PIERCE, 1934; LINK, 1937; LAMOTTE und SHORT, 1966; NELSON et al., 1969). SIEWERT (2003) fasste sämtliche veröffentlichte Geburtsgewichte von 1950 bis 1975 zusammen und ermittelte so ein durchschnittliches Welpengewicht von 100.9 g ( $n = 3811$ ).

Es bestanden grosse Schwankungen des durchschnittlichen Geburtsgewichtes zwischen den verschiedenen Katzen (Tab. V Anhang). Katze 9 wies bei 4 Welpen ein durchschnittliches Welpengewicht von 129.8 g auf (121 - 138 g). Dahingegen betrug das Welpengewicht der Katze 6 mit 2 Welpen nur 62.5 g. Die Welpen wiesen keine krankheitsbedingten Veränderungen auf. Sie waren jedoch zu lebensschwach und starben noch am selben Tag, genaue Gründe dafür sind jedoch nicht bekannt. Eventuell kann ein Faktor dieser geringen Geburtsgewichte die beobachtete Trächtigkeitsdauer von nur 62 Tagen sein. Gemäss der Literatur handelt es sich bei diesen 62 Tagen allerdings um eine normale Dauer (LINK, 1937; AMOROSO, 1952). Demnach müssen andere nicht bestimmbar Faktoren ausschlaggebend für die geringen Geburtsgewichte gewesen sein. Die nächstkleineren Geburtsgewichte hatte Katze 3 mit 4 Welpen und einem durchschnittlichen Geburtsgewicht von 78 g (72 - 82 g). Bei dieser Katze blieben Komplikationen aus. Die Ursache für die starken individuellen Schwankungen sind unklar.

Der Deckkater könnte möglicherweise einen Einfluss auf das Geburtsgewicht der Welpen haben. Katzen 2 - 6 wurden von einem anderen Kater (Kater 1) gedeckt, als die Katzen 7, 9-11 (Kater 2) (Tab. V Anhang). Das durchschnittliche Welpengewicht von Kater 1 betrug 92.9 g (5 Würfe), beim Abzug der Katze 6 mit den sehr kleinen, lebensschwachen Welpen, 100.5 g

(4 Würfe). Das durchschnittliche Geburtsgewicht von Kater 2 betrug 112.1 g (4 Würfe). Es scheint, als wären die Welpen von Kater 2 schwerer, da aber jeder Kater nur 4 Würfe produzierte, kann keine allgemeingültige Aussage getroffen werden. Individuelle Schwankungen können auch in der Genetik der Mutter begründet sein, da die Abweichungen der Geburtsgewichte auch bei ein und demselben Vatertier erheblich waren. So wies Katze 3 mit Kater 1 ein minimales Geburtsgewicht von durchschnittlich 78.0 g auf, das maximale mit demselben Vatertier betrug bei Katze 5 im Durchschnitt 115.8 g. Bei Kater 2 betrug das minimale Geburtsgewicht mit Katze 7 durchschnittlich 94.3 g, das maximale 129.8 g mit Katze 9.

Es konnten keine signifikanten Unterschiede des Geburtsgewichtes zwischen weiblichen und männlichen Welpen nachgewiesen werden. Die weiblichen Welpen wogen  $107.7 \pm 23.2$  g ( $n = 19$ ), die männlichen  $103.2 \pm 23.1$  g ( $n = 20$ ). Unsere Beobachtungen decken sich mit den Ergebnissen von ROSENSTEIN und BERMANN (1973), FESTING und BLEBY (1970), ZOTTMANN (1997) und EDTSTADLER-PIETSCH (2003), die alle keinen Einfluss des Geschlechts auf das Geburtsgewicht feststellten. Auch LOVERIDGE (1986) konnte mit einem Geburtsgewicht männlicher Welpen von  $116.8 \pm 2.5$  g und weiblicher von  $110.9 \pm 2.3$  g keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern beobachten.

Über die chemische Zusammensetzung des neugeborenen Katzenkörpers liegen nur sehr wenige Daten vor. Die Angaben verschiedener Autoren ergeben in Bezug auf die ursprüngliche Substanz einen durchschnittlichen Rohproteingehalt von ca. 14.4 %, der Fettanteil beträgt in etwa 2.5 % (GLIKIN, 1907; THOMAS, 1911; SPRAY und WIDDOWSON, 1950; WIDDOWSON, 1950; KIENZLE, 1991; Tab. 4)). Dies entspricht einem Rp/Rfe-Verhältnis von ungefähr 5.7. Das Verhältnis von Protein- und Fettansatz der graviden Muttertiere in den eigenen Versuchen betrug in der siebten Graviditätswoche  $0.4 \pm 0.8$ . Vorausgesetzt der Fett- und Proteinansatz würde zu entsprechenden Teilen in den Welpen angesetzt, lassen diese Beobachtungen die Vermutung aufkommen, dass es erst in den letzten zwei Trächtigkeitswochen zu einem erhöhten Proteinansatz und einem zunehmenden Welpenwachstum kommen würde.

#### **4.9 Wurfgrösse**

HALL und PIERCE (1934) beobachteten, dass schwerere Katzen grössere Würfe gebären als leichtere. Da in den eigenen Untersuchungen die weiblichen Katzen in den Gewichten sehr homogen waren, ergaben sich in diesem Punkt keine zusätzlichen Erkenntnisse.

Die ermittelte Wurfgrösse von durchschnittlich  $4.33 \pm 1.22$  Welpen pro Wurf entspricht den Beobachtungen von ABDERHALDEN (1898) mit einer Wurfgrösse von 4.3, von DICKINSON und SCOTT mit 3.3 bis 4.4 und von SCOTT (1967) mit 4.03. FESTING und BLEBY (1970) beschrieben unterschiedliche Wurfgrössen im ersten, zweiten und dritten Wurf. Sie ermittelten für den ersten Wurf eine durchschnittliche Wurfgrösse von nur 2.8 Jungtieren. In den eigenen Versuchen handelte es sich nur um erste Würfe. Mit 4.3 Welpen pro Wurf liegen die Ergebnisse jedoch deutlich über den von FESTING und BLEBY (1970) ermittelten Werten.

Eine Abhängigkeit des Geburtsgewichtes von der Wurfgrösse wurde nicht beobachtet (Tab. 39). Aufgrund der starken individuellen Schwankungen und der nur geringen Anzahl an Würfen gleicher Grösse war eine aussagekräftige Statistik allerdings nicht möglich.

**Tabelle 39:** Geburtsgewicht (g) in Abhängigkeit von der Wurfgrösse

Wurfgrösse	3 (n=1)	4 (n = 3)	5 (n = 3)	6 ( n = 1)
Geburtsgewicht	$94.3 \pm 18.2$	$114.6 \pm 28.0$	$106.9 \pm 12.2$	$106.0 \pm 14.1$

Die von NELSON et al. (1969) beschriebene Tatsache, dass bis zu einer Wurfgrösse von 4 Welpen keine Unterschiede im Geburtsgewicht bestehen, dafür aber bei grösseren Würfen die Geburtsgewichte mit jedem weiteren Welpen um 5 % abnehmen, konnte nicht bestätigt werden. Auch wurde in den eigenen Versuchen nicht beobachtet, dass das Geburtsgewicht mit 5 Welpen durchschnittlich am höchsten ist (HALL und PIERCE, 1934).

#### 4.10 Schlussfolgerungen

Die Katzen nahmen während der Gravidität vom Deckzeitpunkt an kontinuierlich an Gewicht zu. Diese Ergebnisse entsprechen den Beobachtungen einer schon zu Beginn der Trächtigkeit stattfindenden Gewichtszunahme von LOVERIDGE (1986) und LEWIS et al. (1990).

Während der Gravidität nahmen die Katzen  $1.5 \pm 0.3$  kg zu, was ca. 50 % ihres Ausgangsgewichtes entspricht. Dies entspricht den Daten von KAMPHUES et al. (2004), die ein Gewicht am Ende der Gravidität von 150 % des Normalgewichtes angaben.

Im Gegensatz zu den Beobachtungen von LOVERIDGE (1986) konnte kein Zusammenhang zwischen der Zunahme des Muttertieres und der Welpenanzahl beobachtet werden. Auch bestand kein Zusammenhang zwischen der Gesamtzunahme und dem Wurfgewicht.

Der Verlust an Körpermasse der Katzen durch die Geburt betrug  $12.3 \pm 5.2$  % des Körpergewichtes des Muttertieres. Damit decken sich die Ergebnisse mit den Beobachtungen von ZOTTMANN (1997), die einen Gewichtsverlust durch die Geburt von  $12.5 \pm 5.1$  % des Körpergewichtes ermittelte. In Bezug auf die Gesamtzunahme verloren die Katzen durchschnittlich  $36.1 \pm 13.8$  %. Der prozentuale Anteil des Wurfgewichtes von der Gesamtzunahme betrug  $29.7 \pm 10.8$  %. LOVERIDGE und RIVERS (1989) beschrieben dagegen eine Gewichtsabnahme durch die Geburt von 40 % der Gesamtzunahme.

Der regressionsanalytisch ermittelte energetische Erhaltungsbedarf von 238 kJ UE/kg LM/d (CN-Methode) entspricht den Ergebnissen von MÄNNER et al.(1993), die für aktive Katzen einen Bedarf von 228 kJ UE/kg LM/d mit Hilfe der indirekten Kalorimetrie ermittelten. Der niedrige Energiebedarf von 152.5 kJ UE/kg LM/d für aktive Katzen von STIEFEL (1999) lässt vermuten, dass seine schwereren und älteren Versuchstiere einen höheren Fettanteil im Körpergewebe gehabt haben könnten, da die Zunahme von metabolisch inaktivem Fettgewebe zu einem sinkenden Erhaltungsbedarf führt (EDTSTADLER-PIETSCH, 2003).

Die graviden Katzen nahmen im Vergleich zum kalkulierten Erhaltungsbedarf von durchschnittlich  $704.3 \pm 81.5$  kJ UE/Katze/d in der vierten Graviditätswoche mit  $1204.9 \pm 177.1$  kJ UE/Katze/d das ca. 1.8-Fache, in der siebten Graviditätswoche mit  $1437.4 \pm 256.7$  kJ/Katze/d sogar in etwa das Doppelte an UE auf. LOVERIDGE (1986) beobachtete bei zehn Katzen einen Anstieg der Aufnahme an umsetzbarer Energie von ca. 70 %. Da die Empfehlungen von KAMPHUES et al. (2004) mit einer Erhöhung der Energieaufnahme während der Trächtigkeit von 40 % im Vergleich zur Erhaltung deutlich unter den eigenen und den von LOVERIDGE (1986) beschriebenen Beobachtungen liegen, ist zu klären, ob die Katzen in den eigenen Versuchen mehr UE aufgenommen haben, als es letztendlich erforderlich war. Dies kann nach der Laktation anhand des dann ermittelten Körpergewichtes mit Sicherheit gesagt werden.

Zwischen der Energieaufnahme der graviden Katzen und dem Wurfgewicht bestand kein Zusammenhang. Demnach wurde die aufgenommene UE nicht ausschliesslich in das Welpenwachstum angesetzt. Vermutlich wurde zusätzliche Energie aufgenommen, um Körpersubstanz des Muttertieres aufzubauen und um somit eine ausreichende Milchbildung in der Laktation zu gewährleisten. Ob es sich dabei, wie vermutet, insbesondere um den Ansatz von Fettgewebe beim Muttertier handelte oder eventuell auch eine vermehrte

Wassereinlagerung stattfand, müsste mit weiteren Versuchen, die eine Prüfung der Körperzusammensetzung beinhalten, abgeklärt werden.

Der Protein- und Fettansatz je kg LM und auch absolut, d.h. auf das Gesamtgewicht der Katzen bezogen, wiesen zwischen den drei Messphasen keine signifikante Unterschiede auf. Der schon zu Beginn der Gravidität beobachtete Fettansatz steht jedoch im Einklang mit den Ergebnissen anderer Autoren (LOVERIDGE, 1986; LEWIS et al., 1990). Eine Möglichkeit, das Ausbleiben des vermehrten Rohproteinansatzes während der Gravidität in Bezug auf die adulten Katzen zu erklären, ist ein eventuell erst nach der siebten Graviditätswoche einsetzendes vermehrtes Welpenwachstum.

## 5. Literaturverzeichnis

**ABDERHALDEN E.** (1898)

Die Beziehung der Wachstumsgeschwindigkeit des Säuglings zur Zusammensetzung der Milch beim Kaninchen, bei der Katze und beim Hunde

*Z. Physiol. Chem.* **26**, 487-500

**ALLISON J.B., MILLER S.A., MCCOY J.R., BRUSH M.K.** (1956)

Studies on the nutrition of the cat

*North Am. Vet.* **37**, 38-43

**AMOROSO E.C.** (1952)

Placentation

*In Marshall's Physiology of Reproduction*, 3<sup>rd</sup> ed, vol.2, 211-242 (A.S. Parkes, editor.)

*London: Longmans, Green and Co.*

**ANGULO Y GONZALEZ A.W.** (1932)

The prenatal growth of the albino rat

*Anat. Rec.* **52**, 117-138

**BALLEVRE O., ANATHARAMAN-BARR G., GICQUELLO P., PIGUET-WELSH C., THIELIN A.-L., FERN E.** (1994)

Use of doubly-labeled water method to assess energy expenditure in free living cats and dogs

*J. Nutr.* **124**, 2594-2600

**BERKSON G.** (1967)

Producing and hand-rearing kittens

*Lab. Anim. Care* **17**, 365-378

**BRADSHAW J.W., GOODWIN D., LEGRAND-DEFRETIN V., NOTT H.M.R.** (1996)

Food selection by the domestic cat, an obligate carnivore

*Comp. Biochem. Physiol.* **114 A**, No. 3, 205-209

**BROUWER E. (1965)**

Report of Sub-committee on Constants and Factors

*in: K.L. Blaxter (Hrsg.): Proc. 3rd Symp. on Energy Metabolism, EAAP publ., Troon, Scotland, 11, 441-443*

**BUNGE G. (1874)**

Der Kali-, Natron-, Chlorgehalt der Milch, verglichen mit dem anderer Nahrungsmittel und des Gesamtorganismus der Säugetiere

*Z. Biol. 10, 295-335*

**BURGER I.H., BLAZA S.E., KENDALL P.T., SMITH P.M. (1984)**

The protein requirement of adult cats for maintenance

*Feline Pract. 14, No. 2, 8-14*

**CARPENTER T.M. (1944)**

The effects of sugars on the respiratory exchange of cats

*J. Nutr. 28, 315-323*

**CASE L., CAREY D., HIRAKAWA D. (1997)**

Nährstoffbedarf von Hunden und Katzen

*In: Ernährung von Hund und Katze, Schattauer-Verlag, Stuttgart, 58-73*

**CHWALIBOG A. (1984)**

Reflections on the energetic efficiency of metabolism

Meeting of Nutritionists from Copenhagen and Kiel

*Kiel, Bundesanstalt f. Milchforschung, 04.-05.09.1984*

**DAMMERS C. (1980)**

Untersuchungen über den Wasser-, Stickstoff- und Mineralstoffwechsel von Katzen beim Einsatz von Futtermitteln mit unterschiedlichem Wassergehalt

*Diss. med. vet., Hannover*

**DAWSON A.B.** (1941)

The development and morphology of the corpus luteum of the cat

*Anat. Rec.* **79**, 155-177

**DEKEYZER A.** (1997)

Untersuchungen zum Proteinbedarf adulter Katzen

*Vet.-med. Dissertation, Hannover*

**DICKINSON C.D., Scott P.P.** (1956)

Nutrition of the cat: 1. A practical stock diet supporting growth and reproduction

*Br. J. Nutr.* **10**, 304-311

**EARLE K.E., SMITH P.M.** (1991)

Digestible energy requirements of adult cats at maintenance

*J. Nutr.* **121**, 45-46

**ECKERT R.** (1986)

Energiehaushalt und Körpertemperatur

*In: Tierphysiologie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York*, 614-627

**EDTSTADTLER-PIETSCH G.** (2003)

Untersuchungen zum Energiebedarf von Katzen

*Dissertation aus München*

**FESTING M.F.W., BLEBY J.** (1970),

Breeding performance and growth of SPF cats (*Felis catus*)

*J. Small Anim. Prac.* **11**, 533-542

**FLYNN, M.F., HARDIE E.M., ARMSTRONG P.J.** (1996)

Effect of ovariectomy on maintenance energy requirement in cats

*Journal of American Veterinary Medical Association* **209**, 1572-1581



**GISLER, D.B., EWING D.E. (1964)**

A free access dry ration for cats

*Lab. Anim. Care* **14**, 91-94

**GLIKIN, N. (1907)**

Zur biologischen Bedeutung des Lecithins

*Biochem. Z.* **7**, 286-298

**GREAVES, J.P., SCOTT P.P. (1960)**

Nutrition of the cat. 3. Protein requirements for nitrogen equilibrium in adult cats maintained on a mixed diet

*Br. J. Nutr.* **14**, 361-369

**HADORN R. (1994)**

Einfluss unterschiedlicher Nahrungsfaserträger (Soja- und Hirseschalen) im Vergleich zu Weizenquellstärke auf die Nährstoff- und Energiebewertung von wachsenden Schweinen und Broilern

*Dissertation, ETH, Zürich*

**HALDANE J. (1892)**

A new form of apparatus for measuring respiratory exchange of animals

*J. Physiol.* **13**, 419-430

**HALL V.E., PIERCE G.N. (1934)**

Litter size, birth weight and growth to weaning in the cat

*Anat. Rec.* **60**, 111-124

**HAUSSCHILD C. (1993)**

*Energetische Untersuchungen zum Erhaltungsbedarf von adulten Katzen*

*Vet.-med. Dissertation, Berlin*

**HOLME D.W. (1982)**

Practical use of prepared foods for dogs and cats

*Dog and Cat Nutrition, chapter 4, Pergamon Press*

**IBSEN H.L. (1928)**

Prenatal growth in guinea-pigs with special reference to environmental factors affecting weight at birth

*J. Exp. Zool.*, Vol. **51**, 51-94

**JACKSON O.F. (1968)**

Nutritional requirements of cats with special reference to the skeleton. Feline osteodystrophy, its treatment and prevention

*J. South African Vet. Med. Assoc.* **39**, 19-24

**KAMPHUES J., COENEN, M., KIENZLE E., PALLAUF J., SIMON O., ZENTEK J. (2004)**

Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung

*Verlag M.&H. Schaper, Alfeld-Hannover*

**KENDALL P.T., BLAZA S.E., SMITH P.M. (1983)**

Comparative Digestible Energy Requirements of Adult beagles and Domestic Cats for Body Weight Maintenance

*J. Nutr.* **113**, 1946-1955

**KENDALL P.T., BURGER I.H., SMITH P.M. (1985)**

Methods of estimation of the metabolizable energy content of cat foods

*Feline Practice* **15**, No.2, 38-44

**KIENZLE E., STRATMANN B., MEYER H. (1991)**

Body Composition of Cats as Basis for Factorial Calculation of Energy and Nutrient Requirements for Growth

*J. Nutr. Supp.* **121**, S122-S123

**KIENZLE E. (1998)**

Factorial Calculation of Nutrient Requirements in Lactating Queens

*J. Nutr.* **128**, 2609S-2614S

**KIENZLE E., OPITZ B., SCHRAG I. (1999)**

Energiebewertung von Futtermitteln für Hunde und Katzen

*Übersichten zur Tierernährung* **27**, 191-220

**KIENZLE E. (2003)**

Ernährung der Katze

*In: Katzenkrankheiten, Kraft/Dürr/Hartmann, 5. Auflage; Verlag M.&H. Schaper, Alfeld-Hannover*

**KIRCHGESSNER M. (1997)**

Tierernährung

*10. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt (Main)*

**KIRK C.A., DEBRAEKELEER J., ARMSTRONG P.J. (2000)**

Normal cats

*In: Small Animal Clinical Nutrition (Hand, Thatcher, Remillard, Roudebush), Chapter 11, 4<sup>th</sup> Edition, Mark Morris Institute*

**KLEIBER M. (1947)**

Body size and metabolic rate

*Physiol. Rev.* **27**, 511-541

**KLEIBER M. (1961)**

The fire of life

*Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York, London*

**KREHL W.A., COWGILL G.R., WHEDON A.D. (1955)**

Non-deleterious effects of polyoxyethylene esters in the nutrition of rats and cats

*J. Nutr.* **55**, 35-61

**KRONFELD D.S. (1982)**

Optimal regimes based on recipes for cooking in home or hospital or on proprietary pet foods.

Nutritional behaviour in dogs and cats

*Proceedings of the First Nordic Symposium on Small Animal Veterinary Medicine*

**LÄUGER S. (2001)**

Der Energieumsatz von Katern vor und nach der Kastration

*Vet.-med. Dissertation, Zürich*

**LAMOTTE J.H.L., SHORT D.J. (1966)**

The breeding and management of cats under laboratory conditions

*J. Inst. Anim. Techn. 17, 85-96*

**LATIMER H.B., IBSEN H.L. (1932)**

The postnatal growth in body weight of the cat

*Anat. rec. 52, 1-5*

**LAWLER D.F., BEBIAK D.M. (1986)**

Nutrition and Management of Reproduction in the Cat

*Small Animal Practice 16, No. 3, 495-519*

**LEWIS L.D., MORRIS M.L., HAND M.S. (1990)**

Klinische Diätetik für Hund und Katze

*Schlütersche Verlagsanstalt, Hannover*

**LINK R.P. (1937)**

Reproduction and growth in the cat

*Vet. Med. 32, 482-483*

**LOVERIDGE G.G. (1986),**

Bodyweight changes and energy intake of cats during gestation and lactation

*Animal Technology 37, No.1 April 1986, 7-15*

**LOVERIDGE G.G. (1987)**

Some factors affecting kitten growth

*Anim.Tech. 38, No.1, 9-18*

**LOVERIDGE G.G., RIVERS J.P.W. (1989)**

Bodyweight changes and energy intakes of cats during pregnancy and lactation

*In: Nutrition of the dog and cat, Waltham Symp. 7; I.H. Burger, J.P.W. Rivers, eds., University Press, Cambridge, 113-132*

**MACDONALD M.L., ROGERS Q.R., MORRIS J.G. (1984)**

Nutrition of the domestic cat, a mammalian carnivore

*Ann. Rev. Nutr. 4, 521-562*

**MÄNNER K., TOLKSDORF C., RADICKE B. (1993)**

Vergleichende Aspekte des Energieumsatzes adulter Hunde und Katzen

*WSAVA Weltkongress u. FKDVG Berlin, Freie Vorträge, 311-312*

**MEYER H., ZENTEK J. (1998)**

Ernährung des Hundes

*3. neubearbeitete Auflage, Parey Buchverlag, Berlin*

**MILLER S.A., ALLISON J.B. (1958)**

The dietary nitrogen requirements of the cat

*J. Nutr. 64, 493-501*

**MINOT C.S. (1891)**

Senescence and Rejuvenation I: On the Weight of Guinea Pigs

*J. Physiol. 12, 97-135*

**MUGFORD R.A. (1977)**

External influences on the feeding of carnivores

*In: The Chemical Senses and Nutrition, ed. M.R. Kare and O. Maller, New York: Academic, 25-50*

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2006)**

Nutrient Requirements of Dogs and Cats

*National Academies Press, Washington DC*

**NAUMANN K., BASSLER R. (1997)**

Die chemische Untersuchung von Futtermitteln

*Methodenbuch Band III , Verband deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten, Verlag J. Neumann-Neudamm,*

*4. Ergänzungslieferung, bearbeitet von Dr. H. Buchholz, VDLUFA-Verlag, Darmstadt*

**NELSON N.S., BERMAN E., STARA J. (1969)**

Litter size and sex distribution in an outdoor feline colony

*Carnivore Genet. Newsl. 1, 181-191*

**NELSON N.S., COOPER J. (1975)**

The growing conceptus of the domestic cat

*Growth 39 (4), 435-451*

**PEACHEY S.E., DAWSON J.M., HARPER E.J. (2000)**

Gastrointestinal transit times in young and old cats

*Comparative Biochemistry & Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology 126 (1), 85-90*

**PETERSEN J. (1992)**

Ammonia pollution produced by layers

*XIX World`s Poultry Congress, Amsterdam, the Netherlands, 2, 273-276*

**POTTENGER F.M., SIMONSEN D.G. (1939)**

Heat labile factors necessary for the proper growth and development of cats

*J. Lab. Clin. Med. 25, 238-240*

**PRESCOTT C.W. (1973)**

Reproduction patterns in the domestic cat

*Aust. Vet. J. 49, 126-129*

**PRÖSCHER F.** (1897)

Die Beziehung der Wachstumsgeschwindigkeit des Säuglings zur Zusammensetzung der Milch bei verschiedenen Säugetieren

*Z. Physiol. Chem.* **24**, (3), 285-302

**RADICKE B.** (1995),

Der Einfluss unterschiedlicher Nährstoffgehalte in Alleinfuttermitteln für Katzen auf den energetischen Erhaltungsbedarf, auf die Teilwirkungsgrade für den energetischen Ansatz und auf den Rohproteinbedarf von adulten Katzen

*Vet.-med. Dissertation, Berlin*

**ROMSOS D.R., PALMER H.J., MUIRURI K.L., BENNINK M.R.** (1981)

Influence of a low carbohydrate diet on performance of pregnant and lactating dogs.

*J. Nutr.* **111**, 678-689

**ROSENSTEIN L., BERMAN E.** (1973)

Postnatal Body Weight Changes of Domestic Cats Maintained in an Outdoor Colony

*Am. J. Vet. Res.* **34**, 575-577

**SACHS C.** (1974)

Angewandte Statistik

*4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York*

**SCHRAG I., KIENZLE E., OPITZ B., BUTTERWICK R.** (1999)

Untersuchungen zur Bruttoenergiebestimmung an isolierten Einzelfuttermitteln sowie an kommerziellen Futtermitteln für Hund und Katze

*Proc. Soc. Nutr. Physiol.* **8**, 66

**SCOTT P.P.** (1966)

Nutrition

*Diseases of the cat and their management, G.T. Wilkinson, ed. London: Pergamon Press., 1-10*

**SCOTT P.P. (1967)**

The cat: Nutrition

*In: UFAW Handbook on the care and management of laboratory animals,  
3. Auflage Livingstone LTD, Edingburgh; Chapter 33, 505-567*

**SCOTT P.P. (1981)**

Die Ernährung der Katze

*Wiener Tierärztliche Monatsschrift* **68**, 95-102

**SIEWERT F. (2003)**

Entwicklung der Ernährungsforschung bei der Katze (bis 1975)

*Vet.-med. Dissertation, Hannover*

**SKULTETY F.M. (1969)**

Alterations of caloric intake in cats following lesions of the hypothalamus and mid brain

*Ann. N.Y. Acad. Sci.* **157**, 861-874

**STIEFEL M. (1999)**

Einfluss dreier unterschiedlicher Diäten auf den Energie- und Proteinstoffwechsel adulter Katzen unter spezieller Berücksichtigung der physischen Aktivität

*Vet.-med. Dissertation, Zürich*

**THOMAS K. (1911)**

Über die Zusammensetzung von Hund und Katze während der ersten Verdopplungsperioden des Geburtsgewichtes

*Arch. Anat. Physiol., physiol. Abt.*, 9-38

**VAN BEEK G., BEEKING F.F.E. (1992)**

Carbon dioxide emission of litter in poultry houses

*XIX World's Poultry Congress, Amsterdam, the Netherlands* **2**, 277-281

**WICHERT B. (1999)**

Energy requirements of pet dogs

*Proceedings 3<sup>rd</sup> ESVCN Congress-Lyon*, 80



**WIDDOWSON E.M.** (1950)

Chemical composition of newly born mammals

*Nature* **166**, 626-628

**ZENTEK J.** (1987)

Untersuchungen zum Mineralstoffhaushalt der Katze unter besonderer Berücksichtigung des Magnesiums

*Vet.- med. Dissertation., Hannover*

**ZOTTMANN B.** (1997)

Untersuchungen zur Milch und Milchezusammensetzung der Katze (*Felis catus*)

*Vet.-med. Dissertation, München*

## 6. Tabellenanhang

**Tabelle I:** Harnmengen (g TS/kg LM/d) und TS-Gehalte (%) der adulten Katzen

Katze	Harnmenge	TS Harn %
1	1.6	12.6
2	1.2	10.6
3	1.9	10.8
4	2.6	14.7
5	2.9	12.5
6	2.4	11.4
7	1.2	10.8
8	1.4	10.6
9	2.5	11.2
10	2.4	12.7
11	2.0	8.7

**Tabelle II:** Retinierte Energie berechnet nach der RQ- und CN-Methode der adulten Katzen und Aufnahme an Umsetzbarer Energie (kJ UE/kg LM/d)

Katze	Eret RQ	Eret CN	UE-Aufnahme
1	-56.67	46.59	275.66
2	-198.46	-70.43	177.53
3	66.62	106.23	329.30
4	160.95	204.44	465.90
5	315.86	374.41	577.84
6	220.68	273.04	472.21
7	-17.48	14.87	250.56
8	-9.44	23.47	247.19
9	157.26	194.41	424.79
10	228.77	262.42	503.82
11	103.75	149.82	432.53

**Tabelle III:** Protein- und Fettansatz (nach der RQ- und CN-Methode) der adulten Katzen (g/kg LM/d)

Katze	Proteinansatz	Fettansatz (RQ)	Fettansatz (CN)
1	0.49	-1.72	0.88
2	0.05	-5.03	-1.81
3	1.24	0.94	1.93
4	2.30	2.68	3.77
5	3.20	6.04	7.51
6	2.51	4.05	5.37
7	0.90	-0.98	-0.16
8	0.63	-0.61	0.21
9	0.37	3.74	4.67
10	1.86	4.65	5.50
11	1.50	1.72	2.88

**Tabelle IV:** Protein- und Fettansatz (nach der RQ- und CN-Methode) der adulten Katzen (g/Katze/d)

Katze	Proteinansatz	Fettansatz (RQ)	Fettansatz (CN)
1	1.52	-5.36	2.75
2	0.13	-12.42	-4.46
3	3.80	2.88	5.94
4	6.91	8.05	11.34
5	8.84	16.66	20.73
6	6.46	10.42	13.82
7	2.58	-2.80	-0.47
8	1.81	-1.77	0.62
9	1.29	12.97	16.22
10	6.37	15.95	18.86
11	4.51	5.17	8.66

**Tabelle V:** Gesamtzunahme der trächtigen Katzen (kg), Wurfgrösse, Trächtigkeitsdauer (d), durchschnittliches Geburtsgewicht der Welpen (g) sowie der jeweilige Deckkater

Katze	Gesamtzunahme	Wurfgrösse	Trächtigkeitsdauer	Geburtsgewicht	Deckkater
2	1.58	5	66	108.20	1
3	1.01	4	66	78.00	1
4	1.64	5	63	99.80	1
5	1.83	5	65	115.80	1
6	1.33	2	62	62.50	1
7	1.98	3	67	94.33	2
9	1.31	4	65	129.75	2
10	1.64	5	66	120.20	2
11	1.57	6	66	104.17	2

**Tabelle VI:** Retinierte Energie berechnet nach der RQ- und CN-Methode der Katzen in der 4. Graviditätswoche (kJ UE/kg LM/d)

Katze	Eret RQ	Eret CN
2	74.19	120.05
3	78.75	114.03
4	130.68	173.39
5	80.60	123.02
6	169.87	221.71
7	85.64	129.82
10	52.50	63.14
11	153.18	173.97

**Tabelle VII:** Retinierte Energie berechnet nach der RQ- und CN-Methode der Katzen in der 7. Graviditätswoche (kJ UE/kg LM/d)

Katze	Eret RQ	Eret CN
2	121.55	166.39
3	75.26	106.63
4	113.81	159.62
5	-79.51	-2.77
6	60.31	140.71
7	105.29	143.82
9	131.91	153.55
10	234.70	267.68
11	55.50	79.90

**Tabelle VIII:** Protein- und Fettansatz (nach der RQ- und CN-Methode) der Katzen in der 4. Graviditätswoche (g/kg LM/d)

Katze	Proteinansatz	Fettansatz (RQ)	Fettansatz (CN)
2	2.18	0.56	1.72
3	1.26	1.23	2.12
4	1.64	2.31	3.38
5	2.63	0.45	1.52
6	2.73	2.64	3.95
7	2.11	0.89	2.00
10	0.51	1.02	1.28
11	1.37	3.04	3.56

**Tabelle IX:** Protein- und Fettansatz (nach der RQ- und CN-Methode) der Katzen in der 7. Graviditätswoche (g/kg LM/d)

Katze	Proteinansatz	Fettansatz (RQ)	Fettansatz (CN)
2	2.80	1.38	2.51
3	1.04	1.27	2.06
4	1.99	1.67	2.83
5	1.04	-2.62	-0.69
6	1.24	0.77	2.80
7	1.78	1.58	2.56
9	1.12	2.65	3.20
10	2.64	4.33	5.16
11	1.31	0.61	1.23

**Tabelle X:** Protein- und Fettansatz (nach der RQ- und CN-Methode) der Katzen in der 4. Graviditätswoche (g/Katze/d)

Katze	Proteinansatz	Fettansatz (RQ)	Fettansatz (CN)
2	6.40	1.66	5.05
3	4.07	3.99	6.87
4	5.64	7.94	11.64
5	7.52	1.30	4.35
6	7.67	7.42	11.09
7	6.59	2.78	6.25
10	1.87	3.72	4.70
11	4.70	10.45	12.25

**Tabelle XI:** Protein- und Fettansatz (nach der RQ- und CN-Methode) der Katzen in der 7. Graviditätswoche (g/Katze/d)

Katze	Proteinansatz	Fettansatz (RQ)	Fettansatz (CN)
2	9.62	4.74	8.61
3	3.84	4.68	7.58
4	8.33	6.99	11.82
5	3.80	-9.61	-2.53
6	4.25	2.65	9.57
7	6.78	6.04	9.74
9	4.90	11.58	13.96
10	11.38	18.66	22.24
11	5.50	2.58	5.16

**Tabelle XII:** Welpengewichte als Anteil des Ausgangsgewichtes (%) sowie Gewichtsverlust durch die Geburt als Anteil der Gesamtzunahme

Katze	% Welpengewichte vom Ausgangsgewicht (adult)	% der Welpengewichte von der Gesamtzunahme	Gewichtsverlust durch die Geburt als % der Gesamtzunahme
2	21.6	34.2	46.20
3	9.8	30.9	35.64
4	16.6	30.4	42.68
5	22.3	31.6	38.80
6	5.0	9.4	17.29
7	9.4	14.3	15.15
9	14.8	39.6	36.64
10	18.8	36.6	32.32
11	20.2	39.8	59.87

**Tabelle XIII:** N-Bilanz der drei Messphasen (g/kg LM/d)

Katze	Adult	4. Graviditätswoche	7. Graviditätswoche
1	0.08	-	-
2	0.01	0.35	0.45
3	0.20	0.20	0.17
4	0.37	0.26	0.32
5	0.51	0.42	0.17
6	0.40	0.44	0.20
7	0.14	0.34	0.28
8	0.10	-	-
9	0.06	-	0.18
10	0.30	0.08	0.42
11	0.24	0.22	0.21

**Tabelle XIV:** C-Bilanz der drei Messphasen (g/kg LM/d)

Katze	Adult	4. Graviditätswoche	7. Graviditätswoche
1	0.93	-	-
2	-1.36	2.45	3.38
3	2.12	2.28	2.12
4	4.08	3.44	3.20
5	7.42	2.53	0.01
6	5.42	4.44	2.79
7	0.34	2.63	2.88
8	0.49	-	-
9	3.77	-	3.03
10	5.17	1.25	5.32
11	2.98	3.44	1.62

**Tabelle XV:** Vergleich des kalkulierten Erhaltungsbedarfs adulter Katzen (kJ UE/Katze/d) und Aufnahme an UE in der 4. und 7. Graviditätswoche (kJ/Katze/d)

Katze	Erhaltungsbedarf adult	UE-Aufnahme 4. Grav	UE-Aufnahme 7. Grav
2	587.71	1030.62	1300.37
3	730.48	1093.32	1181.06
4	713.82	1443.12	1607.05
5	656.71	1225.56	1165.34
6	611.51	1229.03	1210.81
7	680.51	1130.19	1431.19
9	825.65	-	1576.60
10	816.13	1008.58	1950.44
11	716.20	1478.58	1513.24

## 7. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen, die zum Gelingen meiner Dissertation beigetragen haben, ganz herzlich bedanken. Speziellen Dank gilt meinem Mann **Benjamin**, der mit mir sämtliche Wochenenden und Abende an der ETH und im Stigenhof verbrachte und bei auftretenden Problemen immer wieder aufheiternde Worte fand. Mein von Herzen kommender Dank für sein Verständnis und vor allem, dass er immer hundertprozentig hinter mir stand und für mich da war.

Herzlich bedanke ich mich auch bei:

Herrn **Prof. Dr. M. Wanner** für die Zuweisung des wirklich interessanten Themas und die sorgfältige Durchsicht dieser Arbeit

Herrn **Prof. Dr. C. Wenk** für die Übernahme des Korreferates, die zahlreichen guten Ideen und hilfreichen Gespräche, sowie die sorgfältige Durchsicht dieser Arbeit

Frau **Dr. B. Wichert**, für die Planung, die gute fachliche und tatkräftige Unterstützung, die gewissenhafte Durchsicht dieser Arbeit und die vielen netten und hilfreichen Tipps

Der Firma **Biomill** für die Anmischung und Bereitstellung des Futters, welches meine Katzen mit dem allergrössten Vergnügen frassen

**Armin Rüdemann** und **Esther Mertens** für die zahlreichen netten Stunden im Stigenhof und ihre selbstverständliche Hilfe bei Problemen jeglicher Art

**Carmen Kunz** für die nette fachliche und menschliche Unterstützung im Labor der ETH Zürich, insbesondere jedoch für die unermüdliche Aufmunterung bei den Rückschlägen, die bei der Entwicklung einer reproduzierbaren Möglichkeit der Urinverbrennung auftraten

**Urs Müller** für die nette und bereitwillige Unterstützung beim Umsetzen meiner Ideen zu den Katzent Toiletten, ohne die meine gesamte Arbeit nicht hätte stattfinden können

**Bruno Jörg** für die kompetente und schnelle Unterstützung bei technischen Fragen und Problemen, sowie für die Umsetzungen unserer Ideen beim Umbau der Respirationsanlage

**Stefan Gebert** und **Benjamin Bucher** für das Managen der Respirationsmessungen und die Hilfe bei aufkommenden Problemen

**Herr Prof. Dr. Flückiger** und seinem Team für die bereitwillige und freundliche Unterstützung bei der Ultraschalldiagnostik

**Brigitte Küffer** und **Barbara Schneider** für die Unterstützung bei den Analysen (meiner stinkenden Proben) und die zahlreichen netten Gespräche

Meinen KollegenInnen **Monika Isenegger**, **Carmen Füglistaller**, **Karin Singer**, **Sarah Nater**, **Tanja Staub**, **Birgit Prause**, **Regine Straub**, **David Hüttenmoser** und **Sandra Limacher** für die immer offenen Ohren in nicht ganz einfachen Zeiten, die gegenseitige Unterstützung und die stets gute Stimmung untereinander

**Gabriela Eger** für die stets gute Laune und die Unterstützung bei meinem Literaturteil

Meinen **Katzen Krümel**, **Luna**, **Wuschel**, **Milka**, **Toska**, **Momo**, **Toni**, **Puma**, **Lucy**, **Bonnie** und **Ronja** für ihr grosses Interesse an der Forschung (zumindest nach einiger Überzeugungsarbeit)

Meinen Freundinnen **Andi (Andrea Rickenbacher)**, **S'Didli (Diana Wehbrink)** und **Smüri (Miriam Wirz)**, ohne die ich hundertprozentig zwischendurch den Mut verloren hätte und die ganz selbstverständlich immer für mich da waren

Meinen **Eltern** für ihre tolle Unterstützung, nicht nur zur Zeit der Dissertation, sondern schon mein ganzes Leben.



## Curriculum vitae

Name	Lucienne Schade geb. Müller
Geburtsdatum	22.02.1980
Geburtsort	Halle, Deutschland
Nationalität	deutsch

1986 - 1998	Guts-Muths-Gymnasium Quedlinburg, Deutschland, mit erfolgreichem Abschluss (1998 Abitur)
-------------	---

1998 - 2004	Studium der Veterinärmedizin an der Tierärztlichen Hochschule Hannover, Deutschland, mit erfolgreichem Abschluss (2004 Staatsexamen)
-------------	--

2004 - 2006	Assistentztierärztin am Institut für Tierernährung der Vetsuisse- Fakultät Universität Zürich und Anfertigung der Dissertation
-------------	---

01. Juni 2006